…KOWSKI

PISMA

…OLNICZE

1-2

526/12 6107

25/2

PISMA ROLNICZE.



Franciszek Czarnomski.

955186

412.

PISMA ROLNICZE

Ś. P.

FRANCISZKA CZARNOMSKIEGO

PROFESORA ROLNICTWA NA UNIWERSYTECIE JAGIEL.

W. S. G. W.
Cieszyn
Nr. 6107
Dz. I L. 498

TOM I.

KRAKÓW,
G. GEBETHNER I SPÓŁKA.
1900.

Wyższa Szkoła Rolnicza Biblioteka w Olsztynie
10073
Wyższa Szkoła Gospodarstwa Wiejskiego Biblioteka Cieszyn
BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu
L097741

KRAKÓW. — DRUK W. L. ANCZYCA I SPÓŁKI.

W. 257/2011

Niezmazanym obrazem wyryły się w mej pamięci wykłady naszego nieodżałowanego profesora ś. p. Franciszka Czarnomskiego.

Nie zdobny język i wymowa, lecz prawdziwe doświadczenie przyciągało słuchaczy, którzy wiedzieli, że przemawia do nich nietylko uczony, lecz także rolnik, który pracował skutecznie dwadzieścia lat na ojczystym zagonie.

Wykłady jego cieszyły się wielkiem powodzeniem, a sympatyczne i przyjacielskie obejście, budząc wielkie poszanowanie, jednało mu serca uczniów i życzliwość kolegów w zawodzie. To też na wykłady «Pana Franciszka» uczęszczali nawet najmniej pilni słuchacze, których niezbyt często oglądały sale wykładowe.

Po wykładzie Profesor pomimo zmęczenia jeszcze objaśniał i tłumaczył, jeśli co było niejasne, albo udzielał rad gospodarskich.

W pracowni, po skończonych wykładach odbywała się znów druga pogadanka w ściślejszem kółku słuchaczy. Rozmowa toczyła się zawsze swobodnie, bo profesor Czarnomski rozmawiał z nami jak życzliwy kolega i przyjaciel. Tematu do rozpraw z zakresu nauk przyrodniczych i rolnictwa nigdy nie brakło, bo ś. p. Czarnomski czytał wszystko, uczył się wszystkiego, choć nie wszystkiemu wierzył. Obdarzony zmysłem krytycznym i spostrzegawczym, umiał zawsze z jednej strony wydobyć prawdę na jaw i odróżnić ją od pozorów, lecz z drugiej strony

umiał także samoistnie wyprowadzić wnioski praktyczne często nieocenionej wartości.

Urodzony 19 lipca 1852 r. we wsi Dubidze (powiat noworadomski, gub. piotrkowska) w Królestwie Polskiem, po odbyciu nauk gimnazyalnych udał się w r. 1870 na uniwersytet do Wiednia, a w rok później do Berlina, gdzie przepędził trzy lata, pracując głównie w laboratoryum fizycznem profesora Dovego, którego był asystentem, oraz studyując chemię pod kierunkiem profesora Hofmanna, od którego otrzymał bardzo pochlebne świadectwo.

Potem pracował w fabryce instrumentów precyzyjnych i matematycznych Qertlinga w Berlinie z zamiarem wstąpienia za radą Dovego do powstającego w Berlinie instytutu fizycznego.

Wskutek stosunków rodzinnych, zmuszony był w r. 1876 porzucić ulubione studya techniczne i przyrodnicze i objąć gospodarstwo rodzinnego majątku Dubidze. Objąwszy majątek nie zaniechał nauki. Nieprzygotowany do zawodu rolniczego, a posiadając jedynie wykształcenie techniczne i ogólno przyrodnicze, pozostawiony siłom własnym — wykształcił się na rolnika.

Zgromadził własnymi środkami znaczny zbiór dzieł rolniczych, a czas wolny od zajęć gospodarskich, poświęcał studyom nad literaturą rolniczą. Chociaż bardzo zajęty, dzielił się swemi wiadomościami i doświadczeniem z ogółem rolników, obierając zawsze temat najwięcej zajmujący i najbardziej żywotny.

Zasilał nieustannie warszawską *Gazetę rolniczą* swojemi pracami z różnych działów rolnictwa. Prace te zwróciły na niego ogólną uwagę i zyskały tak wielkie uznanie, że w r. 1892, podczas organizacyi studyum rolniczego przy Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie, powołano go na katedrę rolnictwa.

I tu rozwinął żywą działalność nauczycielską i naukową, pracując zwłaszcza w kierunku badań geologiczno-rolniczych i zachęcając do badań w tej mierze swoich uczniów, którzy też ogłosili kilka prac z tej dziedziny.

Niestety w zajęciach zawodowych przeszkadzała mu choroba piersiowa, która rozwinęła się równocześnie z nominacyą.

Choroba ta powodowała przerwy w wykładach — a wreszcie w dniu 15 października 1898 r. stała się ostatecznym powodem śmierci naszego ukochanego Profesora.

Dr Zygmunt Jaworski.

Niestety na najpiękniejszych [illegible] przeszkodziła mu choroba piersiowa, która rozwinęła się równocześnie z nie-[illegible].

Choroba ta spowodowała przerwy w wykładach, a wreszcie w dniu 15 października 1898 r. stała się bezpośrednim powodem śmierci naszego drogiego Profesora.

Dr. Zygmunt Tołłoczko.

PRZEDMOWA.

Pani Helena Czarnomska pragnąc uczcić pamięć swego syna ś. p. prof. Czarnomskiego i zostawić trwałą po nim pamiątkę, postanowiła zrobić zbiorowe wydanie prac jego, drukowanych różnemi czasami, częścią w warszawskiej *Gazecie rolniczej*, częścią w osobnych broszurkach. Dowiedziawszy się o tym zamiarze byli uczniowie ś. p. prof. Czarnomskiego, wyrazili pani Czarnomskiej usilną prośbę, aby obok prac jego dawniej drukowanych, mogły w skład zamierzonego wydawnictwa wejść także wykłady jego, miewane w Uniwersytecie Jagielońskim. Wykłady te ze względu na swoją niepospolitą jasność i bezpośrednie przystosowanie do praktyki, cieszyły się wyjątkowem powodzeniem u młodzieży studyum rolniczego i jeszcze za życia nieodżałowanego Profesora młodzież wyrażała niejednokrotnie gorące pragnienie, aby te wykłady mogły być drukiem ogłoszone.

Z myślą wydania całkowitego podręcznika do nauki rolnictwa nosił się też sam prof. Czarnomski od początku swojej nauczycielskiej działalności w Uniwersytecie Jagiellońskim, a pracę około tego rozpoczął przez spisywanie swoich wykładów. — Wiedząc o tych jego zamiarach i o dość daleko w tym kierunku posuniętej już pracy, nalegałem na prof. Czarnomskiego aby, nie czekając na wykończenie całości zamierzonego dzieła, dru-

kował je częściami i wydał na razie to, co już ma napisane.

Prof. Czarnomski oświadczył mi jednak na to, że i to co już napisał nie jest jeszcze do druku gotowe, że wymaga jeszcze wielu uzupełnień i bliższego opracowania, że na razie są to więcej notatki do wykładów, niż rzecz przygotowana do publikacyi. Chciał on zatem swój rękopis jeszcze raz obrobić, uzupełnić, uporządkować i dopiero do drukowania przystąpić. Niestety, coraz częściej powtarzające się nawroty groźnej, trawiącej go choroby piersiowej, które on uważał za przemijające pogorszenia, a które w rzeczywistości były zapowiedzią blizkiego a fatalnego jej końca, powodowały coraz to nową zwłokę w zamierzonej pracy, aż w końcu śmierć przecięła możność jej dokonania. Pozostały więc w spuściźnie po ś. p. prof. Czarnomskim tylko owe notatki do wykładów, których drukować się wzbraniał, nie uważając ich za dostatecznie do tego opracowane. Tylko na usilne prośby byłych uczniów ś. p. Profesora, zgodziła się pani Czarnomska na zużytkowanie tej spuścizny rękopiśmiennej przy zamierzonem wydawnictwie.

Przy bliższem rozpatrzeniu się w owym rękopisie, okazało się, że rzecz nie była na tyle opracowana, aby ją w całości można było drukować. Wszędzie wprawdzie spotkać było można wiele cennych uwag, trafnych spostrzeżeń i często oryginalnych poglądów. Jednakże nie wszystkie rozdziały były równomiernie opracowane, obok niektórych zupełnie wykończonych i wyczerpująco traktowanych, które stanowiły dla siebie zaokrągloną często bardzo udatną całość, były inne mniej zupełne, a inne jeszcze noszące więcej urywkowy, notatkowy charakter, tak, że do druku zupełnie się nie nadawały. Wobec tego należało odstąpić od zamiaru drukowania całej rękopiśmiennej spuścizny po prof. Czarnomskim, a wybrać te tylko rozdziały, które były już więcej opracowane.

Te rozdziały opatrzono odpowiednimi nagłówkami i wydrukowano je pod zbiorowym tytułem: «Urywki z wy-

kładów o mechanicznej uprawie roli» i «Notatki do wykładów o uprawie żyta». Czytelnik tych rozdziałów raczy pamiętać, że i one nie były uważane przez autora za gotowe do druku, dlatego zdarza się, że nie wyczerpują w zupełności przedmiotu wymienionego w nagłówku i nie mają tej skończonej formy, jaką byłby im niezawodnie nadał autor, gdyby danem mu bylo samemu rzecz całą do publikacyi przygotować.

Zebraniem wszystkich prac autora, uporządkowaniem ich i przygotowaniem do druku zajęli się dwaj byli uczniowie ś. p. prof. Czarnomskiego, pp. dr Zygmunt Jaworski i dr Tadeusz Domański. Co do prac już dawniej drukowanych, to nie ograniczyli się oni na prostem oddaniu ich do druku, ale starali się nadać im taką formę, jaką przypuszczalnie nadałby im był autor, gdyby był sam sporządzał ponowne ich wydanie. W tym celu porównywali te prace z odpowiednimi rozdziałami notatek wykładowych prof. Czarnomskiego i podług tych wprowadzali niektóre poprawki, zwłaszcza odnośnie do uporządkowania materyału. Szczególniej też takie poprawki okazały się konieczne w najcenniejszej pracy prof. Czarnomskiego o glebie i jej powstawaniu i geologicznem pochodzeniu.

Dział ten nauki rolnictwa był ulubionym przedmiotem studyów zmarłego Profesora, któremu też oddawał się aż do ostatnich swoich chwil z całem zamiłowaniem i niepospolitą znajomością rzeczy. To też nie dziw, że przy wykładaniu tego działu poczynił prof. Czarnomski w stosunku do pracy drukowanej w *Gazecie rolniczej* znaczne zmiany i udoskonalenia, które pp. Domański i Jaworski przy sporządzaniu obszernego wydania, starali się zużytkować. Skutkiem tych zmian, praca ta w obecnem wydaniu zyskała niezawodnie wiele na przejrzystości i jasności, której zresztą nie brakowało i pierwszemu jej wydaniu.

Wyrażając głęboki żal, że ś. p. prof. Czarnomskiemu

nie było danem przygotować samemu wydania swoich pism i napisać cały podręcznik dla nauki rolnictwa, mam niepłonną nadzieję, że i niniejsze wydanie nie małą korzyść odda rolnikom, a ze szczególną wdzięcznością przyjęte będzie przez byłych uczniów ś. p. prof. Czarnomskiego.

Emil Godlewski,
Profesor Uniw. Jagiel.

ROLA

JEJ POCHODZENIE I GATUNKI TYPOWE.

NAUKA O GLEBIE.

CZĘŚĆ PIERWSZA.

Tworzenie się skał.

WSTĘP.

Gleba powstała wskutek zwietrzenia różnorodnych skał; wytworzenie skał objaśniamy w następujący sposób.

Zastanawiając się nad naturą ziemi, tudzież nad stosunkiem i położeniem jej względem wszechświata, dochodzimy do wniosku, że kiedyś ziemia ta przechodzić musiała okres, w czasie którego utworzoną została z płynnej, rozpalonej masy; dopiero podczas ostygania powstała na niej twarda skorupa, na którą zaczęły stale działać dwie grupy sił, powodując ciągłe przekształcanie się jej pierwotnej powierzchni.

Pierwsze z tych sił mają siedlisko w samej ziemi; wysoka temperatura jej wnętrza wciąż się obniża, a występujące przytem kurczenie się powierzchni ziemi, w połączeniu z siłą ciążenia ku środkowi, są powodem fałdowania i zapadania się skorupy ziemskiej, wskutek czego tworzą się ustawicznie nierówności. Gdyby te siły, znane pod nazwą sił górotwórczych, działały wyłącznie na powierzchnię ziemi, utworzyłaby się mniej więcej bryła kulista, o bardzo nierównej powierzchni, z jednolitego szklisto-

krystalicznego materyału. Lecz na zmiany powierzchni ziemi działa jeszcze druga grupa sił.

Planeta nasza jest otoczona wodą i powietrzem. Substancye te, utrzymywane w nieustającym ruchu przez siły działające zewnątrz ziemi, pracowały ciągle nad równaniem powierzchni i wytwarzaniem różnorodnych materyałów, z jednolitej, pierwotnej masy. Są to tak zwane siły denudacyjne, które rozmywając i znosząc wszelkie wzniesienia, wypełniają natomiast doliny; działanie ich jest wprost przeciwne działaniu sił górotwórczych, nierówności zatem na powierzchni ziemi są wynikiem różnicy w natężeniu działania pierwszych i drugich czynników.

Skoro ziemia ostygła do tego stopnia, że woda w stanie płynnym mogła się na jej powierzchni utrzymać, powstały lądy i morza. Silniejsze ogrzewanie się lądów, aniżeli wód, pod wpływem ciepła słonecznego, wywołać musiało ruchy atmosfery i nadało pierwszy impuls krążeniu wody i powietrza. W dalszym ciągu, niejednakowe działanie promieni słonecznych pod równikiem i pod biegunami, wytworzyło pasy klimatyczne, a więc jeszcze większe różnice temperatury powierzchni ziemi, co w tem większy ruch wprawiło opady atmosferyczne i wiatry. Pod działaniem tych czynników, a następnie strumieni i rzek, skały pierwotne krystaliczne ulegały powierzchownemu niszczeniu, a powstały stąd materyał, po rozsortowaniu i przeniesieniu w inne miejsca, dał początek tworzeniu się skał osadowych. Tym sposobem, pomiędzy łańcuchami gór, utworzonymi z pierwotnych skał, zaczęły się tworzyć w nizinach i głębiach morskich osady różnej natury, zależnie od okoliczności, jakie towarzyszyły ich formowaniu się. Wreszcie udział istot żyjących, coraz więcej przyłączał się do silniejszego różniczkowania i urozmaicenia natury powierzchni ziemi.

Lecz tą drogą powstawałyby wprawdzie progresyjne, ale systematyczne zmiany w ustroju powierzchni ziemi. Tymczasem, badając dzieje naszej planety i studyując pozostałości nieorganicznego i organicznego pochodzenia po

tych niezmiernie długich okresach czasu, przekonywamy się, że owa równomierność w natężeniu wyżej wymienionych sił nie istniała; zauważymy okresy, wprawdzie nieliczne, ale długo trwające, w czasie których jedne czynniki występują silniej, aniżeli drugie. Działały więc one ciągle, ale nie jednostajnie.

Weźmy najogólniejszy przykład.

Ku końcowi epoki węglowej, a w początku permskiej, siły górotwórcze występują silniej, tworząc w środku Europy łańcuch gór, ciągnący się od środkowej Francyi (Wogezy, Schwarzwald, góry Czeskie), aż do Sudetów; w epokach następujących, t. j. triasowej, jurajskiej i kredowej, siły górotwórcze ulegają osłabieniu, siły denudacyjne biorą przewagę i niszczą po większej części wyżej wymienione pasmo gór tak, że pozostają zeń tylko pewne cząstki. W epoce trzeciorzędowej znowu przeważają siły górotwórcze i formują nowe pasmo, prawie równoległe z dawnem, tylko położone więcej na południe — mianowicie Alpy obecne i Karpaty.

Różnice te, w czasowem natężeniu działania różnorodnych pojedynczych czynników, mogą być przyczyną bardzo odmiennych zjawisk, uwydatniają się jednak najwidoczniej w rozdzieleniu mórz i lądów rozmaitych epok, a także w odmiennym charakterze osadów, tworzących się w tych epokach.

Przyczyny tej niejednostajności w działaniu pojedynczych czynników przyrody, nie są nam do dziś dnia dostatecznie znane; natomiast różnice stąd powstałe oddawna już zauważone były przez uczonych. Dla tych więc różnic podzielono dzieje ziemi na okresy i epoki (formacye), z których każda, w porównaniu z innemi, odznacza się pewną charakterystyczną odrębnością w kształtowaniu się powierzchni ziemi. Podział ten jest następujący:

I. Okres archaiczny.

II. Okres paleozoiczny.

1) epoka kambryjska,

2) epoka sylurska,

3) epoka dewońska,
4) epoka węglowa,
5) epoka permska (dias).

III. Okres mezozoiczny.
1) trias,
2) jura,
3) kreda.

IV. Okres kenozoiczny:
1) epoka trzeciorzędowa,
2) epoka dyluwialna.

Oprócz tego każdą z epok podzielono na pojedyncze oddziały, czyli peryody.

Wobec dzisiejszych naszych pojęć, podział ten posiada wiele niedostatków; nie charakteryzuje on dostatecznie przebiegu zjawisk w dziejach naszej ziemi. Obecnie lepiej już rozumiemy na jakiej podstawie należałoby go oprzeć, ale z drugiej strony, wiadomości nasze są jeszcze niewystarczające dla utworzenia podziału nowego, zwłaszcza, jeżeli ma on objąć całą powierzchnię ziemi. To też, pomimo swych wad, podział wymieniony wyżej, dotąd ogólnie został utrzymany.

Tu jednak nadmienić należy, że dla Europy środkowej i dla Ameryki Północnej, rozróżnić możemy następujące peryody: epokę kambryjską i sylurską — jako peryod morskich utworów; w epoce dewońskiej osadzają się po raz pierwszy w Europie czerwone piaskowce; w epoce węglowej powstają osady węgla kamiennego, wskazując na bogatą, błotnistą wegetacyę. Później, w epoce permskiej i triasowej, następuje drugi peryod tworzenia się czerwonych piaskowców i ponsowych glin, które prawdopodobnie powstały w wielkich jeziorach przy gorącym klimacie (laterit). W epokach następujących, t. j. jurajskiej i kredowej, mamy znów do czynienia z peryodem utworów morskich; wody się rozszerzają, zajmując znaczne przestrzenie, zwłaszcza w strefie północnej umiarkowanej. Widzimy tu olbrzymie zalewy, czyli transgresye mórz. Charakterystyczną dla owego czasu jest obecność wielkiego morza

centralnego (późniejsze Śródziemne), które się ciągnęło pasem od oceanu Spokojnego, przez Amerykę Środkową, część obecnego oceanu Atlantyckiego, środkową i południową Europę, Azyę, aż do Indyi, łącząc się tam z oceanem. Lądy Europy i Ameryki Północnej, a także Afryka i Południowa Ameryka, połączone były z sobą. Na tych przestrzeniach, zalanych wówczas wodą, utworzyły się olbrzymie masy morskich osadów wapiennych, zawierające liczne szczątki zwierząt morskich i wielkich płazów, zamieszkujących nadbrzeżne lądy.

Okres ten kończy się wraz z epoką kredową; z epoką zaś trzeciorzędową zaczyna się nowy. Charakteryzuje go zwiększenie lądów w strefie północnej umiarkowanej, zbliżających się formą do dzisiejszych, z przewagą zwierząt ssących. Dalej wytwarza się najmłodszy z oceanów, ocean Atlantycki, przez zajęcie wodą lądów, łączących Amerykę z Europą i Afryką; formuje się samodzielne morze Śródziemne, wskutek przerwania połączenia przez Azyę i Indye z oceanem Indyjskim. Wreszcie następuje wydźwignięcie się najmłodszych gór, jako to: Alp, Karpat, Apeninów, Pirenejów i t. p.

ROZDZIAŁ I.

Tworzenie się skał. Skały osadowe, krystaliczne. Siły górotwórcze.

Skały osadowe. Skały osadowe tworzą główną część powierzchni ziemi, należy więc najprzód poznać warunki ich tworzenia się. Oceany zawsze stanowiły najodpowiedniejszą miejscowość, w której formowały się skały osadowe.

Dna mórz i wielkich jezior są przeważnie mało spadziste, a wyjątek stanowić mogą nieliczne tylko wypadki miejscowe; to też, oprócz wyraźnego uwarstwowania, będącego charakterystyczną cechą skał osadowych, odznaczają się one i tem, że pierwotne położenie tych warstw było mniej lub więcej poziome. Ta pozornie prosta okoliczność jest jednak bardzo ważną, pozwala nam bowiem rozpoznać, czy dane skały zostały później z miejsca poruszone, a nawet określić czas, w którym to nastąpić mogło, czyli, jak później zobaczymy, można tą drogą oznaczyć wiek gór.

Na utworzenie skał, powstałych z morskich osadów, złożyły się materyały rozmaitego pochodzenia: mechanicznego, chemicznego i organicznego. Materyały te jednak nie tworzą wzajemnej mieszaniny, opadającej na całej przestrzeni dna oceanu, lecz opadają każdy oddzielnie i zależnie od odległości brzegów i głębokości morza. Dzięki tej okoliczności, rozpoznać możemy: czy dany osad, lub z niego zlepiona skała, utworzone zostały bliżej lub dalej

od brzegów, w wodzie płytkiej, czy też w głębokiej. Opierając się na tej zasadzie, możemy, przy badaniu skał, odnaleźć dawne brzegi morskie lub mielizny, chociażby takowe obecnie znajdowały się na lądzie.

Najwięcej osadów mechanicznych, w postaci żwirów, piasków, gliniastych szlamów, dostarczają rzeki, wpadające do morza; do tego jednak przyczyniają się także fale morskie, rozmywające brzegi lądu; już wszakże same wody gatunkują te nabytki. Tuż przy brzegach pozostaje żwir, dostarczający materyału dla konglomeratów, czyli zlepieńców; piaski posuwają się już dalej w morze, tworząc następnie piaskowce wapienne, krzemionkowe lub gliniaste, zależnie od natury lepiszcza. Są to wszystko utwory wyłącznie nadbrzeżne; gliniasty szlam bowiem, o wiele dalej od brzegu uniesiony, tworzy najprzód pokład gliny plastycznej, która przekształca się z biegiem czasu i pod wpływem ciśnienia wody, w różnego rodzaju łupki. Powyższe żwiry i powstałe z nich konglomeraty, piaski i piaskowce, gliny i łupki, są głównymi produktami osadów mechanicznych i tworzą tak zwane skały okruchowe, czyli klastyczne.

Utwory te nie sięgają daleko od brzegów i tworzą pas stosunkowo wązki, najdalej bowiem unoszony szlam gliniasty jest odległy od brzegu tylko 40 mil. W tej odległości ilość osadów mechanicznych zmniejsza się, a miejsce ich zastępują osady, utworzone ze szczątków zwierząt, a nawet roślin, czyli tak zwane osady organiczne, wapienne, a w części krzemionkowe.

W prądach rzecznych, oprócz piasku i gliny, napotykamy także szlam wapienny, zwykle jednak rzeczna woda sama go już rozpuszcza i najczęściej w tej formie do morza on nie dopływa; zresztą, gdyby nawet do morza się dostał, byłby tam ostatecznie rozpuszczony, skoro losowi temu ulegają daleko grubsze skorupy zwierząt wodnych, jeżeli ich nie chroni tkanka organiczna. To też w wyjątkowych tylko wypadkach powstać może w oceanie osad z mineralnego szlamu wapiennego, jak również

wyjątkowo tylko woda wydzielić może wapno ze swego roztworu. Olbrzymie zaś pokłady wapienne, tworzące się na dnach oceanów, są prawie wyłącznie pochodzenia organicznego.

Znaczna ilość zwierząt morskich posiada skorupy i szkielety wapienne, a niekiedy i krzemionkowe, niezbędne do utrzymania ich miękkiego ciała; widzimy to u muszli, ślimaków, gwiazd, lilii i jeżowców, u korali, gąbek i mikroskopowo małych otwornic. Oprócz tego i niektóre rośliny nizkiej organizacyi, z gatunku alg, tworzą wydzieliny wapienne; inne znowu, jak okrzemki (Diatomeae) — wydzieliny krzemionkowe. Tkanki organiczne chronią skorupy wapienne przed rozpuszczeniem w wodzie morskiej, uledz zaś muszą temu okruchy wapienne pochodzenia mineralnego. Dlatego szczątki pochodzenia organicznego są w stanie tworzyć osady wapienne, zajmując od brzegu całą powierzchnię dna oceanów; wyjątek stanowią największe morskie głębiny, w których ich już nie znajdujemy, gdyż w takiej głębokości tkanka organiczna nie chroni dostatecznie przed rozpuszczeniem w wodzie morskiej. Skorupy muszli i ślimaków, przez wodę na brzeg wyrzucane i ciągle przez nią poruszane, zamieniają się w końcu na żwir i miał wapienny, stanowiąc materyał, z którego następnie tworzy się piaskowiec wapienny; zmieszane z osadami mechanicznymi, te skorupy również tworzą odpowiednie produkty, czyli służą przeważnie do wytworzenia się osadów i skał nadbrzeżnych.

Jeżowce, gwiazdy, lilie morskie, obecnie niezbyt licznie napotykane, musiały żyć dawniej w wielkich ilościach, skoro znamy całe skały z ich szczątków powstałe, jak n. p. skały wapienne jurajskie w okolicy Krakowa, składające się prawie wyłącznie z odłamków trzonków lilii morskich.

Większą rolę, niż poprzednie, odgrywają korale. Jedne z nich, tak zwane pojedyncze, żyją wszędzie, bez względu na głębokość i ciepłotę wody, drugie, tworzące kolonie, potrzebują ściśle określonych warunków życia; mia-

nowicie żyją tylko w morzach ciepłych, gdzie temperatura wody nie bywa niższą od 20° C.; woda musi być przytem zupełnie czysta, normalnie słona, wreszcie głębokość jej nie powinna przenosić około 30 metrów, korale te zatem głównie żyją na mieliznach. Pomimo tak utrudnionych warunków bytu, znalazłszy odpowiednie dla siebie miejsce, mnożą się one tak szybko, że są w stanie utworzyć koralowe rafy i wyspy o kilkudziesięciomilowej średnicy. Twórczość ta jednak korali jest miejscową, ściśle warunkami bytu ograniczoną.

Głębie i przestrzenie więcej odległe od brzegów, zapełniają szczątki wapienne stworzeń mikroskopowych, pływających w wodzie morskiej (przeważnie otwornic). Szczątki te tworzą biały szlam wapienny. Pomimo swych znikomych rozmiarów, zwierzątka te były w stanie utworzyć potężne skały, co można sprawdzić zapomocą badania mikroskopowego. Ze skorupek otwornic utworzył się wapień ciosowy, z którego przeważnie jest wybudowany Paryż, podobnie jak Wiedeń z kamienia wapiennego, utworzonego z wydzielin maleńkiej roślinki Lithothamnium, z rodzaju alg. I dziś jeszcze napotkać można dowody nieprawdopodobnej prawie działalności tych maleńkich organizmów.

Takich osadów wapiennych, ze skorupek drobnych zwierzątek, nie napotykamy jednak dalej, niż na głębokości 4000 metrów. Głębiej widzimy osad z szarej, wreszcie z czerwonej gliny. Mogłoby się to wydawać dziwnem, z tego względu, że otwornice żyją w całem morzu, a skorupki obumarłych stworzeń wszędzie na dno spadają. Widocznie na takiej głębokości, pod tak znacznem ciśnieniem, tkanka organiczna nie wystarcza, jako ochrona; woda ją niszczy i następnie rozpuszcza pozostałość wapienną. I rzeczywiście, z tej głębokości wydobyte skorupki wyglądają jakby nagryzione i już nie posiadają swej pierwotnej formy.

Glina czerwona, tworząca jedyny osad tych największych głębin oceanu, przedstawia tak niezwykłe zjawisko, że tworzenie się jej dotychczas pozostaje zagadką. Znale-

ziono ją nawet na głębokości 8000 metrów; zawiera ona dużo żelaza i manganu, którego konkrecye dobywają nawet sieci próbne; oprócz tego znajdujemy w niej nikiel, kobalt i miedź, a także znaczną ilość produktu wulkanicznego, zwanego pumeksem (Bimstein). Z tych składników sądząc, należałoby przypuszczać, że glina ta jest w części pochodzenia wulkanicznego, w części zaś meteorycznego, czyli, że na jej utworzenie składałyby się przeważnie: pył, wulkaniczny i unoszący się w przestworzu pył meteoryczny, następnie opadające na morze. Lecz jak niezmiernie długiego czasu na to byłoby potrzeba! Swoją drogą glina ta powstaje nadzwyczaj powoli, na co posiadamy pewne w tym względzie wskazówki, mianowicie znajdujemy w niej mnóstwo zębów rekinów, które z powodu swej twardości, długo bardzo opierają się rozpuszczającemu działaniu wody. Potrzeba więc było bardzo długiego czasu, aby się tak znaczna ilość tego rodzaju szczątków w glinie nagromadziła; w przeciwnym bowiem razie, gdyby osadzanie się gliny postępowało szybciej, zęby owe byłyby znacznie rzadziej w całej masie rozmieszczone. I tak naprzykład, w białym szlamie wapiennym, powstałym z otwornic, który jednak tworzy się daleko wolniej, aniżeli nadbrzeżne osady mechaniczne, już bardzo trudno znaleźć podobny ząb rekina; w tym celu trzeba znaczne bardzo ilości osadu przeszukać.

Tak więc, w jednym i tym samym oceanie, tworzą się osady bardzo różne, tak pod względem swej natury, jak i szybkości tworzenia się, zależnie od głębokości wody i odległości od brzegów. I dawniej osady morskie tworzyły się podług tych samych praw; tylko w ciągu tylu wieków utworzyły warstwy potężnych rozmiarów, a wreszcie uległy następnym przemianom.

Do skał osadowych zaliczyć także należy produkty, wydzielone wprost z wody, z jej roztworu, jak: gips, anhydryt i różne sole. Powstały one tam, gdzie stopień koncentracyi wody morskiej nie pozwolił na ich rozpuszczenie. Najprzód osadzały się produkty, potrzebujące najwię-

cej wody do rozpuszczenia, potem kolejno następowały inne, coraz to łatwiej rozpuszczalne.

W skałach osadowych napotykamy zwykle szczątki stworzeń żyjących. Obecność tych szczątków, zwanych skamieniałościami, jest nadzwyczaj ważna. Przedewszystkiem bowiem zmiana wpływów zewnętrznych, wynikająca z różnicy w natężeniu czynników przyrody, najsilniej się odbijała w świecie żyjącym; oddziaływanie klimatu, głębokość wody, jej skład chemiczny (słona lub nie) i t. p., dają się tą drogą najłatwiej rozpoznać. Następnie zaś skały z najrozmaitszych epok tworzenia się ziemi, mogą mieć treść zupełnie jednakową. Znamy wapienie, piaskowce, łupki najrozmaitszego wieku, którego jednak niepodobna oznaczyć na podstawie cech zewnętrznych (petrograficznych); pomocą w tym względzie jest nauka o skamieniałościach, czyli paleontologia.

W ciągu istnienia ziemi, jedne gatunki zwierząt lub roślin ukazywały się, drugie znikały, a niektóre z nich istniały tylko przez krótki przeciąg czasu. Otóż dzisiaj znane nam są gatunki i odmiany zwierząt i roślin, które żyły tylko w pewnej, określonej epoce; szczątki ich służą za wskazówkę, że skała, w której się takowe znajdują, należy do pewnego określonego wieku ziemi, bez względu na jej, nieraz odmienny, petrograficzny charakter. Tak naprzykład, znajdujemy w jednem miejscu piaskowiec, w innem glinę lub wapień, a we wszystkich tych osadach — skorupę głowonoga (ammonita), zwanego Macrocephalites macrocephalus; stąd napewno możemy wnioskować, że te wszystkie utwory powstały w jednej epoce dziejów ziemi, a mianowicie w jednym z peryodów epoki jurajskiej, chociaż tworzyły się z różnorodnych materyałów, zależnie od warunków osadzania.

Skały osadowe, przy tworzeniu, warstwują się poziomo; jest więc rzeczą jasną, że te z nich, które się formują później, czyli młodsze, leżą na wcześniejszych czyli starszych. Gdybyśmy kopali w ziemi głęboką studnię w takiem miejscu, gdzie warstwy zachowały swoje pier-

wotne położenie, to oczywiście, znajdowalibyśmy skały coraz starsze i zawierające coraz inne skamieniałości, pozostałe po zwierzętach, żyjących w coraz dawniejszych epokach. Tym sposobem otrzymalibyśmy obraz kolejnych warstw, wraz z charakteryzującemi je skamieniałościami.

Są wprawdzie miejsca na kuli ziemskiej, gdzie warstwy, zaczynając od bardzo dawnych, leżą dotąd w swem pierwotnem, poziomem położeniu; nie zdarzyło się jednak nigdy, ażeby nie brakowało którejkolwiek z warstw, należących do wszystkich, kolejno po sobie następujących epok dziejów ziemi; w jednem miejscu brakuje warstw z epoki triasu, w drugiem — z czasu jury i t. d. I rzeczywiście, niepodobna nawet wyobrazić sobie takiej miejscowości, któraby przez tak długi przeciąg czasu przedstawiała ciągle warunki dogodne dla tworzenia się osadów, i żeby one nigdy nie uległy chociażby częściowemu zniszczeniu.

Zdarzyć się więc może, iż w danej miejscowości, czynniki, działające w pewnej epoce, nie pozostawiły widocznych śladów, co najłatwiej stać się mogło, jeżeli owa miejscowość była lądem; wobec bowiem wpływu sił denudacyjnych, które, jak wiemy, działają niszcząco na wzniesienia, tudzież braku warunków do tworzenia się nowych osadów, więcej powierzchni lądu mogło ubyć, aniżeli przybyć. Królestwo Polskie, podczas dolnej jury, a następnie dolnej kredy, było lądem, wskutek czego nie posiadamy warstw, któreby były utworzone w tym czasie.

Pomimo tych luk, napotykanych w każdej miejscowości, przez porównanie wielu z nich, zdolano opracować idealny profil, jakiby się utworzył przez kolejne ułożenie na sobie wszystkich warstw, wraz z ich skamieniałościami, odpowiednio do epok tworzenia się ziemi. Posiadając taki idealny profil, można z łatwością w danej miejscowości rozpoznać, do jakiej epoki należą znalezione warstwy, a jakich brakuje.

Po większej części jednak skały osadowe nie zachowały swego pierwotnego, poziomego uwarstwowania, lecz

siedlisko ich, pod wpływem sił górotwórczych, ulegało różnym zmianom, w różnych epokach formowania się ziemi. Wyniesione z dna oceanu, utworzyły ląd, zostały wystawione na niszczące działanie wód płynących i, chociaż egzystowały pierwotnie, mogły całkowicie zniknąć z danej miejscowości, dostarczając materyału do utworzenia się innych skał; dlatego też tylko karta geologiczna może nam dać prawdziwy obraz utworów pewnej okolicy, biorąc pod uwagę i brakujące osady i obecne położenie istniejących.

Skały krystaliczne. Gdybyśmy mogli przebić wszystkie warstwy skał osadowych, natrafilibyśmy pod niemi na skały również uwarstwowane, lecz krystaliczne, a wreszcie na skały krystaliczne bez śladów warstwowania. Ta droga jest jednak niemożliwą, a nawet zbyteczną, skały te bowiem, napotykane na powierzchni ziemi, zostały wyniesione pod działaniem sił górotwórczych i wulkanicznych.

Rozróżniamy dwojakiego rodzaju skały krystaliczne: jedne z nich, masowe, nie posiadają żadnego prawidłowego uwarstwowania, drugie zaś łupkowe (szyfrowe), są wyraźnie uwarstwowane, a więc posiadają cechy wspólne skał krystalicznych i osadowych.

Skały krystaliczne masowe są złożone z krzemianów, głównym ich składnikiem jest kwas krzemowy, stanowiący 40% do 80% ogólnej ich zawartości. Zależnie od przewagi tego składnika nad innymi, rozdzielono je na skały kwaśne i zasadowe. Kwas krzemowy jest w nich połączony z różnemi zasadami: tlenkami żelaza i glinu, magnem, wapniem, potasem i sodem; jednakże skład chemiczny tych skał nie określa dostatecznie ich natury. Złożone są one z kryształów mineralnych, których jakość wyróżnia jedne od drugich; tym sposobem podział skał krystalicznych opiera się głównie na ich zawartości mineralogicznej.

Główne minerały, składające się na utworzenie skał

krystalicznych, są: kwarc i krzemiany, jak feldspat w różnych odmianach (ortoklaz, plagioklaz i t. p.), mika jasna i ciemna, blenda rogowa i augit, i wiele innych minerałów. Powszechnie znany, a tak często na polach naszych leżący granit, składa się z kwarcu, feldspatu i miki; syenit z feldspatu (ortoklazu) i blendy rogowej; dioryt — z feldspatu (plagioklazu) i blendy rogowej; diabas — z feldspatu (plagioklazu) i augitu. Wyliczone tu, jako przykład, skały, posiadają układ wyraźnie ziarnisty, który się daje z łatwością rozpoznać. Jedne gatunki skał są utworzone z dość dużych kryształów, które można, jako takie, gołem okiem odróżnić, lub też z mniejszych, jako pojedyncze ziarnka przez lupę dla oka widzialnych; u innych znów, naturę cząstek można ocenić tylko z pomocą mikroskopu. Zastosowanie tego narzędzia przy badaniu skał, przyczyniło się niezmiernie do dokładniejszego ich poznania, tą drogą bowiem można rozróżnić najdrobniejsze cząstki; oprócz tego, za pośrednictwem tak zwanego światła spolaryzowanego, możemy odróżnić masę przezroczystą niekrystaliczną od krystalicznej, a w tej ostatniej oryentować się daleko łatwiej i pewniej.

Badania takie wykazały przedewszystkiem, że w wielu skałach znajduje się szklista, niekrystaliczna masa, w której napotykamy większą lub mniejszą ilość, lepiej lub gorzej wykształconych kryształów rozmaitych minerałów. Poczynając od skał, utworzonych z niekrystalicznej, szklistej masy, zawierającej zaledwie ślady krystaliczne, znajdujemy wszystkie stopniowania, z coraz większą ilością coraz dokładniejszych kryształów i dochodzimy wreszcie do skał, złożonych całkowicie z danych kryształów, pomiędzy którymi niepodobna już dojrzeć pierwotnej szklistej masy. Odpowiednio do tego, powstał podział na skały typu granitowego, z zawartością całkowicie krystaliczną, skały typu porfirowego, z masą częściowo skrystalizowaną i wreszcie skały typu szklistego, z bardzo niewyraźną krystalizacyą.

Skały krystaliczne masowe, których znaczna część należy do wybuchowych czyli wulkanicznych, zostały przez

geologów podzielone na starsze, jak granit, porfir i t. p., młodsze, jak trachit, bazalt, i najmłodsze, do których należą lawy. Za podstawę podziału służyła epoka, w której dane skały zostały wypiętrzone przez siły wulkaniczne. W czasie jury i kredy można zauważyć względne uspokojenie się wybuchów wulkanicznych, z tego więc czasu mało znamy skał wybuchowych. Dlatego też, starszemi nazwano wszystkie skały wybuchowe, powstałe przed epoką jurajską; młodszemi zaś późniejsze.

Powstawanie skał krystalicznych było przez długi czas niewyjaśnioną zagadką i dziś jeszcze niezupełnie jasna to sprawa, szczególniej co do skał starszych. Aby zrozumieć sposób ich tworzenia się, rozpocząć musimy od utworu najmłodszego, t. j. od lawy, której wulkaniczne pochodzenie nie ulega żadnej wątpliwości.

Lawa jest utworzona ze szklistej, krzepnącej substancyi, zwykle silnie na swej powierzchni porowatej, a to z powodu wydzielających się z niej gazów i pary wodnej; głębiej jednak, pod powierzchnią, zachowuje ona układ gęsty. W szklistej tej masie widzieć możemy pod mikroskopem mniej lub więcej wyraźne kryształy minerałów. Charakter lawy zależy najwięcej od tego, w jakich warunkach uległa ona ostygnięciu; niektóre gatunki lawy składem swym zbliżają się nadzwyczaj do młodszych skał krystalicznych, t. j. bazaltu i trachitu. Nieledwie śledzić możemy przejścia jednych w drugie, tak, że te młodsze skały krystaliczne uważać należy jako powstałe z ostygnięcia pierwotnej, gorącej, szklistej magmy. Że wymienione skały (bazalt i trachit) są pochodzenia wulkanicznego, nie brak na to dowodów; najprzód wskazuje na to ich położenie względem innych skał, występują bowiem w postaci żył, nakrywek i t. p., zawierając nieraz okruchy innych skał, które się dostały do masy płynnej, podczas wybuchu. Najwięcej charakterystyczną jest okoliczność, że w tych miejscach, gdzie się dotykały skał osadowych, te ostatnie pod wpływem gorąca, uległy widocznym zmianom. Tak naprzykład, napotykamy stopione piaskowce lub

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu

węgle kamienne, wyprażone na koks; są to tak zwane przemiany, czyli metamorfozy miejscowe (Contactmetamorphosen). Zresztą, udało się sztucznie zrobić bazalt przez stopienie i następnie powolne ostudzenie odpowiedniej mieszaniny minerałów.

Trudniej zdać sobie sprawę z pochodzenia skał, w których już nie znajdujemy pierwotnej szklistej masy, to jest przeważnie skal starszych; położenie wielu z nich jest zupełnie takie samo, jak położenie skał wybuchowych młodszych (ganki, szczeliny i t. p.). W tych wypadkach można im przypisać pochodzenie ogniowe, wybuchowe.

Niektóre z nich jednak występują dwojako. Tak naprzykład, znajdujemy granit w położeniu wyżej wymienionem i wówczas możemy go zaliczyć do kategoryi skał wybuchowych; w innych jednak wypadkach tworzy on wielkie masy, będące podłożem łupków krystalicznych, a nawet z nimi warstwujące się; wtedy niepodobna mu przypisywać pochodzenia wybuchowego.

Badając tworzenie się łupków krystalicznych, można poniekąd wytłómaczyć sobie tworzenie się granitu na innej drodze, aniżeli na drodze wybuchowej. Jak wyżej wspominaliśmy, łupki krystaliczne posiadają cechy wspólne skałom krystalicznym i osadowym (są bowiem i krystaliczne i wyraźnie uwarstwowane), tworząc zwykle podłoże skał osadowych, czyli, że są od tych dawniejsze.

Aby dojść, w jaki sposób tworzą się te łupki, weźmy pod uwagę najmłodsze z nich.

Wiemy, że glina plastyczna, pod wpływem ciśnienia, przybiera układ łupkowy (szyfrowy). W łupkach takich, pochodzenia niewątpliwie wodnego (zawierających szczątki organiczne), znaleziono kryształki; lecz nawet sztucznie, przy użyciu wysokiego ciśnienia, wywołano krystalizacyę w mieszaninie proszku niekrystalicznego. Możemy więc na tej podstawie twierdzić, że skały osadowe pod wpływem ciśnienia, mogą uledz zmianie, to jest nabyć struktury łupkowej i w części przynajmniej skrystalizować się. Czy jednak łupki całkowicie krystaliczne mogą tą drogą po-

wstać — na to obecnie niepodobna dać odpowiedzi, choć wiele okoliczności za tem przemawia.

Dawniej uważano te najstarsze łupki, wraz z towarzyszącemi im innemi skałami krystalicznemi, za pierwotną skorupę ziemską, powstałą przez zakrzepnięcie; pokazało się jednak, że owe łupki zawierają (chociażby tylko w części swej masy) szczątki organiczne, nie mogły więc powstać z masy ognistej. Prawdopodobniejszem zatem będzie przypuszczenie, że skały te pierwotnie wodne, osadowe, później dopiero uległy metamorfozie czyli przemianie swej struktury. Zobaczymy poniżej, że z powodu stygnięcia i kurczenia się ziemi, na skały osadowe działają tak wielkie siły, iż są w stanie najgrubsze ich warstwy pofałdować i wypiętrzyć w łańcuchy gór. Olbrzymie te siły mogły spowodować tak wysokie ciśnienie, że pod jego działaniem skały osadowe warstwowane stały się warstwowanymi łupkami krystalicznymi. Staje się to jeszcze prawdopodobniejszem wobec tej okoliczności, że warstwy łupków są tem więcej krystaliczne, im więcej uległy pofałdowaniu i pognieceniu; łupków zaś krystalicznych niepofałdowanych, dotąd nie znaleziono. Jak długo glina może leżeć w swej formie pierwotnej, jeżeli nie jest wystawioną na ciśnienie, mamy przykład na glinach plastycznych, sylurskich, znajdujących się pod powierzchnią ziemi w okolicy Petersburga; że zaś łupki krystaliczne nie są wyłącznie utworem pierwszej skorupy ziemskiej, lecz mogły powstać i później — dowodzi obecność łupków w młodszych formacyach. Trudno jest wprawdzie wytłómaczyć, dlaczego napotykamy łupki krystaliczne, warstwujące się naprzemian z osadami niekrystalicznymi; przypuszczać jednak można, że nie wszystkie utwory osadowe z jednakową łatwością ulegają krystalizacyi. Trudno także z pewnością orzec: czy masy granitu, będące podłożem łupków, lub nawet z nimi warstwujące się, są również produktem metamorfozy.

W każdym razie można twierdzić na pewno, że skały krystaliczne granitowe i łupkowe nie przedstawiają pier-

wotnej skorupy ziemskiej; została ona powierzchownie zniszczona, a z jej rozmycia powstały skały osadowe, które pod wpływem olbrzymiego ciśnienia, a może i innych okoliczności, zostały o tyle zmienione, że się nam dzisiaj przedstawiają jako łupki krystaliczne i im analogiczne skały. W wielu jednak pojedynczych wypadkach musimy przypisać granitom pochodzenie wulkaniczne.

Siły górotwórcze. Na samym początku tej pracy nieraz była mowa o siłach górotwórczych, którym również przypisywaliśmy udział w przemianie skał osadowych na krystaliczne.

Poznajmy je bliżej.

Badając przekrój ziemi, łatwo się przekonać, że rzadko kiedy znaleźć można skały w ich pierwotnem położeniu n. p. skały osadowe, w uwarstwowaniu poziomem. Otóż wszelkie zmiany położenia tu napotykane, odnieść możemy do dwóch zjawisk: jednem z nich jest fałdowanie warstw, drugiem zaś zapadnięcie, wywołujące tak zwane uskoki lub zrzuty (Verwerfungen). Najwidoczniej występują te zjawiska w okolicach górskich; jeżeli bowiem zbadamy łańcuch gór, to przekonamy się, że powstał on z olbrzymich fałd.

Znane jest dawno doświadczenie, zapomocą którego w kawałkach kolorowego sukna, ułożonych jedne na drugich na stole, można wywołać przez ciśnienie z boku, pofałdowanie, zupełnie analogiczne z tem, jakie widzimy w górach; później robiono podobne doświadczenie z blachami. Wszystkie te próby wykazały, że zapomocą ciśnienia z boku, można wywołać zjawiska, zupełnie podobne do tych, jakie na wielką skalę widzimy w przyrodzie przy tworzeniu się łańcuchów gór. I tu i tam przedstawiają się naszym oczom wszystkie możliwe przejścia, począwszy od lekkiej falistości, a kończąc na fałdach, tak silnie wysadzonych, że się na siebie przewracają. Wyjaśnienie tego zjawiska jest bardzo proste, a opiera się na działaniu sił, występujących poziomo w ziemskiej skoru-

pie; chodzi tylko o to, aby znaleźć przyczynę tych sił, a następnie, aby dowieść, że uwarstwowanie znanych nam gór zgadza się z tem tłómaczeniem.

Posiadamy liczne dowody, że ziemia jest w swoich głębiach gorąca; o wysokości panującej tam temperatury możemy mieć przybliżone wyobrażenie z lawy, która stopiona na wierzch wypływa. Ziemia musi stygnąć, a jej miękie wnętrze silniej się przytem kurczy, aniżeli ostygnięta już, twarda skorupa, musi się zatem od tej skorupy odsuwać. Skorupa ta tworzy wówczas rodzaj sklepienia, w którem występują siły poziome, wywołane jedynie ciążeniem ku środkowi ziemi. Tym sposobem siła ciążenia, wobec stygnięcia ziemi, wystarcza dla wywołania w skorupie ziemskiej sił poziomych, powodujących jej pofałdowanie.

Wszystkie młodsze pasma górskie, jak Alpy, Karpaty, Apeniny, przedstawiają typy gór, powstałych z fałd. Napotykamy tu w środku skały najstarsze, często krystaliczne; trzony te powstały przez wyparcie z dołu, wskutek silnego pofałdowania, a po bokach zwykle występują coraz młodsze utwory. Układ jest często nawet bardzo zawiły, a to dlatego, że na jedno pasmo składa się większa lub mniejsza ilość fałd, a także, że łańcuchy gór są utworzone ze złożenia kilku pasm. W ten sposób powstały Alpy. Odmienną zupełnie budowę czyli tektonikę, posiadają starsze góry, jak naprzykład góry środkowej Francyi, Wogezy, Schwarzwald, Góry Czeskie i Kruszcowe.

Na początku zaznaczyliśmy, że w zmianach pierwotnego położenia warstw można zauważyć dwa zjawiska: pofałdowanie i zapadnięcie. Otóż, jak widzieliśmy, wszystkie góry młodsze posiadają budowę, dającą się wytłómaczyć pofałdowaniem, góry zaś dawne, wyglądają na pozór jakby powstałe przez zapadnięcie: sterczą one w postaci słupów ze starej ziemskiej skorupy, podczas gdy wszystko naokoło opadło. Mogłoby się więc zdawać, że samo zapadnięcie, bez poprzedniego pofałdowania, może być powodem utworzenia się wielkich gór, to jest, że może samo-

istnie występować. Tak jednakże nie jest: zapadnięcie poprzedzanem zwykle bywa przez pofałdowanie. Dopóki w skorupie ziemskiej działają siły poziome, dopóty nie może mieć miejsca zapadnięcie, podobnie jak w sklepieniu żadna z cegiel nie jest w stanie wypaść, jeżeli jest przez sąsiednie ściskana. Skoro jednak siły poziome dojdą do takiego natężenia, że powstanie pofałdowanie, a przytem fałdy wypchną się z ogólnego poziomu, a nawet przewrócą, to wówczas wzajemne ściskanie się w skorupie osłabnie tak, że w tych miejscach, gdzie ono jest najsłabsze, lub gdzie skorupa nie osiadła jeszcze dostatecznie na miękkiej spodniej masie, pojedyncze części skorupy muszą uledz pęknięciu i zapadnięciu, czyli obsunięciu. W ten sposób następują trzęsienia ziemi, a przez utworzone szczeliny może się wydobyć część miękiej, spodniej masy, wywołując zjawiska wulkaniczne i wylewy lawy.

Z powyższego widzimy, że zapadnięcia są ściśle zależne od pofałdowań; dalej, że tylko po tych ostatnich nastąpić mogą; wreszcie, że istnieje ścisły związek pomiędzy wybuchami wulkanicznymi i zapadnięciami, a wskutek tego i zależność od blizkości dużych łańcuchów gór, powstałych przez fałdowanie. Otóż, te stare góry, przedstawiające się nam dzisiaj, jakby powstałe przez zapadnięcie, po dokładnem badaniu, okazują się utworzone z fałd; później dopiero znaczna część tego łańcucha opadła i pozostały po nim tylko resztki w pojedynczych miejscach. Przykłady, jak ścisłym jest związek pomiędzy zapadnięciami i pofałdowaniami, znaleźć możemy wszędzie w pobliżu gór młodszych, gdzie do dzisiaj pozostały wyraźniejsze ślady ich tworzenia się. I tak: do Alp dotyka na południu cała zapadnięta północno-włoska nizina rzeki Po; do Apeninów — zapadnięcie morza Tyrrheńskiego; przy Karpatach leży wielka nizina węgierska. Widzimy tu przytem wszędzie, albo działające jeszcze wulkany, albo też znaczne ślady ich dawnej działalności; wszędzie leżą one na szczelinach zapadnięć.

Ciekawą jest także zależność kierunku pasm młod-

szych gór od kierunku starych łańcuchów, a także od starych lądów. Zjawiska te zdają się dowodzić, że tak stare łańcuchy, jak i stare lądy, służyły za punkt oparcia dla sklepienia, utworzonego ze skorupy ziemskiej. Przedstawia się to nadzwyczaj wyraźnie w Alpach: pasmo ich zaczyna się naprzeciw starej krystalicznej masy centralnej Francyi, ciągnąc się zrazu w kierunku północno-wschodnim; napotykając tu jednak stare Wogezy, Schwarzwald, skręca się przed niemi i posuwa aż ku brzegom masy czeskiej, a dopiero, ominąwszy tę zaporę, wykręca się łukiem, przechodząc w góry Karpackie. Sklepienie skorupy ziemskiej miało punkty oparcia na tych starych krystalicznych masach, występujące zatem w niem siły mogły działać tylko od jednej strony, to jest od południa. Wynikiem tego jest jednostronna budowa całego pasma, uwydatniająca się najwięcej w Karpatach: północna strona pasma przechodzi w coraz mniejsze falistości, opierając się ostatecznie w górach starych, południowa zaś uległa zapadnięciu i odznacza się stromym spadem. Z tej też jedynie strony widzimy obszerne, zapadnięte niziny i właściwe im zjawiska wulkaniczne.

W zakończeniu rozpatrzmy historyę gór europejskich.

Od północy i wschodu Europa jest otoczona przez ląd, który od najdawniejszych czasów nie podlegał żadnym ruchom; jest to część wschodnia Szwecyi, Finlandyi i płyta Rosyjska. W pozostałej, ruchom ulegającej części Europy, rozróżniamy trzy epoki tworzenia się gór. Najstarsze wzniesienia znajdujemy w Irlandyi, w części Szkocyi, wraz z Hebrydami, i w południowej części masy gór Czeskich. Drugi okres wypiętrzenia nastąpił ku końcowi epoki węglowej i na początku permskiej. W tym to czasie powstaje z fałd łańcuch gór, zaczynający się w centralnej Francyi i idący przez Wogezy, Schwarzwald, Szwabię, góry Czeskie, aż do Sudetów; było to jądro krystaliczne tego łańcucha, pas zaś osadowy ciągnął się na północ przez nadreńskie góry łupkowe, Harz i las Turyngski; południowe zaś i środkowe Niemcy ze swymi utworami

triasu i jury, przedstawiają zapadniętą przestrzeń, temu łańcuchowi przyległą; drugie pasmo, mniejsze wprawdzie, ciągnęło się od centralnej Francyi, przez Bretanię, do południowo-zachodniej części Anglii (Kornwalii).

Już w epoce permskiej te olbrzymie, stare Alpy, uległy znacznemu zniszczeniu; powstały zapadnięcia: jedno pomiędzy centralną Francyą i Wogezami, drugie między Schwarzwaldem a górami Czeskiemi; już podczas epoki jurajskiej z łańcucha tego sterczą tylko pojedyncze wyspy lub mielizny. Pomiędzy Wogezami i Schwarzwaldem następuje wązkie zapadnięcie w postaci kanału (obecnie koryto Renu), wskutek czego masa ta zostaje rozdzielona na dwie części. Podobne zapadnięcie oddziela góry Kruszcowe od Czeskich, powodując wybuchy wulkaniczne w dolinie Eger; pozostałością tych wybuchów są do dziś dnia istniejące cieple źródla w Karlsbadzie i Cieplicach. W podobny sposób oddzielają się także góry Olbrzymie, tworząc wielką czeską kotlinę.

Podczas epoki jurajskiej i kredowej następuje chwila względnego spokoju; dopiero w epoce trzeciorzędowej, w miejscu, gdzie przez długi czas (trias, jura, kreda), istniało morze, które w epoce jurajskiej poznaliśmy jako centralne Śródziemne, dno tego morza, przez sfałdowanie, zostaje zgniecione i z niego wypiętrza się najmłodszy łańcuch gór europejskich, mianowicie dzisiejsze Alpy i Karpaty ze swemi odnogami na południe. Nowe to pasmo zachowuje kierunek prawie równoległy z kierunkiem dawnego, to jest Starych Alp, z tą tylko różnicą, że się tworzy nieco więcej na poludniu i zachodzi dalej na wschód.

Siły górotwórcze musiały również oddziaływać na rozdział mórz i lądów. Samo fałdowanie mniejszą tu odgrywało rolę, zgniecenie bowiem takiego morza Śródziemnego nie uwydatniło się tak bardzo na ogólnem podniesieniu poziomu oceanów. Daleko większy wpływ wywierać musiały bezwątpienia zapadnięcia, miały bowiem miejsce na bardzo obszernych nieraz przestrzeniach, a uskoki

warstw bywały często olbrzymie. Zjawisko to mogło nieraz wywrzeć decydujący wpływ na obniżenie się ogólnego stanu wysokości wód w oceanach, przyczyniając się tym sposobem do wywołania fenomenu cofania się mórz z obszernych przestrzeni, jak to widzieliśmy w epoce jury i kredy przy zjawiskach transgresyi. Mamy liczne dowody, że te zalewy nie były połączone z ruchem zalanych przestrzeni, i że lądy nie poruszały się, tylko poziom wód podnosił się bardzo powoli, a następnie stosunkowo szybko obniżył.

ROZDZIAŁ II.

Epoki dawniejsze. Jurajska. Kredowa. Trzeciorzędowa.

Po tym ogólnym wstępie, musimy zapoznać się bliżej z czynnikami, które brały udział w uformowaniu powierzchni naszego kraju.

Wszystkie siły przyrody, o których wspominaliśmy wyżej, występowały i tutaj; lecz z pomiędzy nich, jak to zresztą przeważnie miało miejsce wogóle, najtrwalsze ślady pozostawiły siły górotwórcze i te, które powodowały utworzenie się osadów morskich.

Nie możemy obecnie wywnioskować, jakie przemiany przechodziła powierzchnia Królestwa Polskiego podczas najstarszych formacyi archaicznych; nie znajdujemy bowiem utworów z owych epok, nie mamy także na powierzchni miejscowych skał krystalicznych, ponieważ są one przykryte późniejszymi osadami. Możemy więc tylko wyprowadzać ogólne wnioski, otrzymane z badania tych krajów, w których się owe formacye napotykają. Dopiero od epoki sylurskiej i dewońskiej, posiadamy bliższe wskazówki co do przeszłości Królestwa Polskiego; mimo to zjawiska tych dawniejszych epok, do triasowej włącznie, mało przedstawiają interesu ze względów rolniczych; osady wówczas powstałe zajmują obecnie na powierzchni miejsce stosunkowo ograniczone, a co więcej, powierzchnia ich straciła z biegiem czasu swój pierwotny charakter pod wpływem zjawisk późniejszych. Stąd też opiszemy je tylko pobieżnie, dla utrzymania historycznej całości, tembardziej,

że epoki wzmiankowane wywarły przeważny wpływ na topografię kraju i rozmieszczenie następnych osadów, pod działaniem sił górotwórczych, występujących w tym czasie.

Epoki dawniejsze. Gdy powierzchnia ziemi przeszła już cały szereg przeistoczeń, które w naszym kraju są dla badań niedostępne, w epoce dewońskiej, na całej obecnej przestrzeni Królestwa, jedynie góry Dymińskie w okolicy Kielc, tworzyły wyspę, uformowaną z piaskowca, powstałego w epoce sylurskiej. Wyspa ta była zewsząd oblana wodą, która zrazu tworzyła osady piaskowe, rozmywając brzegi lądu, wreszcie otoczyła takowy wapienną rafą koralową. Działanie sil górotwórczych, które utworzyły pierwotną wyspę, nie ustawało — i już w epoce węglowej, następującej po dewońskiej, cała ta przestrzeń, wraz z otaczającemi ją rafami koralowemi, została tak wyniesiona, że powstał stąd ląd stały, znacznie większy od pierwotnego; dlatego nie znajdujemy tam ani wodnych, ani błotnych utworów epoki węglowej. Przy wynoszeniu się tej wyspy Kieleckiej z osadów utworzonych w morzu dewońskiem, powstały cztery fałdy, do dziś dnia widoczne na powierzchni ziemi, a znane jako góry Kieleckie. Ogólny ich kierunek da się w przybliżeniu oznaczyć linią, idącą od Sandomierza ku Kaliszowi.

Morza epok następujących nie zdołały już pokryć tego lądu swemi osadami; sterczy też on dotąd, wśród otaczających zewsząd jego brzegi nowszych utworów, jako stara, paleozoiczna wyspa Kielecka. Z tych nowszych utworów, pierwszymi są utwory triasu, otaczające kolejno dewońskie utwory kieleckie, odpowiednio do ich wieku. Najprzód więc mamy pstry piaskowiec, dalej wapień muszlowy, wreszcie kajper, który się rozpościera najdalej; są to wszystkie trzy piętra triasu, od najstarszego do najmłodszego.

W epoce powyższej, w czasie tworzenia się kajpru, Europa środkowa pokrytą była wielkiemi jeziorami z wodą słabo słoną; w tych to jeziorach osadzały się pstre pia-

skowce kajprowe i margle z resztkami ryb i płazów, po obszernych wodach, w których poprzednio osadził się wapień muszlowy. Tylko okolice alpejskie (w których wówczas jeszcze nie było żadnych gór) pozostawały ciągle pod wodą, z której osadzały się wapienie.

Jura. Po triasie nastąpiła epoka jurajska. Tu spotykamy się z dziwnem zjawiskiem nadzwyczaj daleko sięgającego zalewu mórz; olbrzymie przestrzenie, które od bardzo dawnego czasu były lądem lub częściowo jeziorami, zostają przykryte potężną warstwą wód. Cała środkowa i południowa (poza alpejska) Europa została zalana, a wraz z nią i dzisiejsze Królestwo Polskie, Rosya, oraz znaczna część Azyi; na tej wodnej przestrzeni sterczały nieliczne tylko wyspy. Zalew ten jednak nie nastąpił odrazu, lecz morze się posuwało powoli z południa i z zachodu.

Podczas tego zalewu tworzyły się najprzód osady gliniaste, następnie dopiero wapienne, pokrywając czerwono-pstre osady triasu. Osady te morskie są tak charakterystyczne, że posłużyły za podstawę dla podziału całej epoki. Najpierw powstałe, a więc najstarsze osady ciemnych glin, nazwano czarną jurą lub liasem (albo dolną jurą); następne utworzone z wapieni barwy mocno brunatnej lub żółtej, otrzymały nazwę jury brunatnej lub dogger (średnia jura); wreszcie, gdy wody zajęły największą przestrzeń, osadziły się białe wapienie, a od nich te najmłodsze osady przybrały nazwę *jury białej* czyli górnej jury[1]).

Z tym jurajskim zalewem należy nam się bliżej zapoznać.

Z okolic alpejskich morze rozprzestrzenia się w środkowej Europie, tworząc w powyżej wspomnianych jezio-

---

[1]) Jurę środkową rozdzielono jeszcze na piętro niższe czyli dolny oolit lub bajeux i piętro górne czyli bath. Podobnie wierzchnia jura dzieli się na kelloway, oxford, kimmeridge i najmłodsze piętro zwane tithon.

rach epoki kajpru, kolonie morskich stworzeń. Morze rozszerzając się coraz więcej, w czasie liasu (dolnej jury) zajmuje już Europę Zachodnią aż do gór zwanych Fichtelgebirge, tworząc osady warstw gliniastych i cienkich wapiennych. W następstwie morze zaczyna formować inne osady, t. j. osady wapieni oolitowych [1]), przyczem posuwa się coraz dalej na wschód. Ku końcowi średniej jury (t. j. bathu), zostaje zalany dalszy ciąg Europy środkowej wraz z Królestwem; wreszcie na początku jury bialej (t. j. kellowayu) i Rosya cała stoi pod wodą.

Z przyczyny rozdzielenia mórz i lądów, osady jury są bardzo różne, w różnych jej epokach. I tak, podczas liasu napotykamy na zachodzie Europy, n. p. we Francyi, masy osadów mechanicznych, glin, margli, piasków, doprowadzonych przez rzeki z olbrzymiego ówczesnego lądu wschodniego; w górnej jurze środkowej Europy widzimy prawie wyłącznie wapienne osady morskie, brzegi bowiem morza znacznie się oddaliły, gdy takowe zajęło całą przestrzeń wschodnią.

Tak więc, już ku końcowi średniej jury, Królestwo Polskie uległo zalaniu, co już przedtem nastąpiło w zachodniej Europie. Na powierzchni tego rozległego morza jurajskiego sterczały nieliczne tylko wyspy, jako to: wielka wyspa Skandynawska, wyspa czeska, okolica Ardennów, środkowa Hiszpania, Irlandya, Bretania, wyspa Tracka, wyspa Południowo-rosyjska, a u nas jedynie wyspa Kielecka. To też całe Królestwo leży na pokładzie jurajskich skał wapiennych, z wyjątkiem sterczących z nich gór Kieleckich, a także starszych formacyi w południowo-zachodniej części kraju, które, jak to następnie zobaczymy, już później z ziemi wydźwignięte zostały.

Kreda. Po ustąpieniu morza jurajskiego z Europy środkowej i nasze przestrzenie znowu na długi czas po-

[1]) Po polsku: ikrowców. Nazwa ta pochodzi od składających je drobnych ziarnek, przypominających ikrę rybią.

zostały lądem. Trwało to podczas następującej epoki kredowej, a mianowicie jej początku. Morze pozostało tylko w prowincyi alpejskiej, w kotlinie Paryża i do niej należącej części południowej Anglii, w północno-zachodniej części Niemiec, a od południa z prowincyi alpejskich ciągnęło się przez Szwajcaryę do południowej Francyi. Reszta Europy była lądem (całe północne, wschodnie, środkowe i południowe Niemcy i poza alpejska część Moraw, Śląska i Polski).

Dopiero z początkiem drugiej połowy epoki kredowej, tak zwany kredy górnej (którą rozdzielono na piętra: cenoman, turon i senon), nastąpiły ogromne zmiany w rozdzieleniu mórz i lądów. Tu znowu, po raz drugi, spotykamy się z olbrzymim zalewem, czyli tak zwaną transgresyą morza, w silniejszych nawet może rozmiarach, aniżeli to miało miejsce w epoce jurajskiej. Cała środkowa Europa a wraz z nią i Polska, zostają zalane po raz drugi. Morze to zajęło u nas prawie te same przestrzenie, co i morze jurajskie; wszędzie też na pokładach tego ostatniego powinniśmy znaleźć osady kredowe. Osady te jednak, utworzone przeważnie z piaskowców, glin, marglowych wapieni, wreszcie prawie czystych, lecz często miękich wapieni (znanych jako kreda do pisania), więcej uległy zniszczeniu, nie posiadając odpornej natury twardych, prawie czystych wapieni naszej górnej jury. Na charakter tych utworów kredowych największy wpływ wywierało oddalenie od głównych źródeł (miejscowości), z których odbierały materyały, służące do ich tworzenia się.

Zrozumiemy to lepiej, rozpatrując bliżej miejscową naturę tych osadów.

W utworach zatoki Westfalskiej, oraz pokrewnych im osadach Hanoweru i Brunświku, napotykamy wapień marglowaty, zwany «pläner» (jako przedłużenie którego uważać można utwory na północ i północo-wschód na wyspach duńskich w południowej Szwecyi, na Rugii i dalej aż do Litwy, gdzie podobne wysepki kredowe również są znane). Jeżeli się zwrócimy na południe do Saksonii,

Czech i Polski, napotkamy utwory zupełnie odmienne. Podczas gdy wody zajęły przestrzeń, która przez długi czas była lądem, fale morskie zniszczyły masę skał z tak zwanej wyspy Czeskiej i utworzyły z nich olbrzymie pokłady piaskowców. To też wyżynę sasko-czeską charakteryzuje piaskowiec ciosowy (Quadersandstein), który warstwuje się naprzemian z wapieniem marglowatym (plänerem). Tym osadom przypisać należy tak odrębny wygląd tej okolicy, który jej zjednał nazwę saskiej Szwajcaryi. Utwory te przedłużają się na zachód (w Bawaryi), jako też i na wschód. Tutaj jednak postać rzeczy już się zmienia. Im więcej oddalamy się od wyspy Czeskiej, tem więcej zmniejsza się ilość piaskowca; widzimy go jeszcze w Morawii, ale już dalej w Galicyi i w Królestwie przeważają wapienie marglowe, a piaskowce zajmują rolę bardzo podrzędną. Ten wapień marglowy (opoka), przez zwietrzenie tworzy grunt zwany *rędziną* lub *rumoszem*.

Epoka trzeciorzędowa. Po epoce jurajskiej i kredowej, których cechą charakterystyczną są owe szczególne zalewy, czyli transgresye mórz, nastąpiła epoka, zwana trzeciorzędową (tertiär). W epoce tej wprawdzie nie obeszło się również bez zalewu, który nastąpił w środkowej Europie (w czasie oligocenu), nie dosięgnął on jednak poprzednich rozmiarów, a przytem nie wybił tak silnego piętna na powierzchni ziemi. Epokę trzeciorzędową charakteryzuje najprzód zwiększanie się powierzchni lądów w pasie północnym umiarkowanym, a chociaż i spotykamy znaczne różnice w ich formie, zbliża się ona coraz bardziej do obecnej. Jednocześnie przeważają zwierzęta ciepłokrwiste, a szczególniej ssące — zmniejsza się zaś liczba stworzeń morskich i płazów, tak licznych w epokach poprzednich.

Epokę trzeciorzędową dzielą na cztery części: eocen, oligocen, miocen i pliocen. W przejściu od epoki kredowej do trzeciorzędowej, t. j. w czasie eocenu, morze cofnęło się z obszarów środkowej Europy, pozostaje tylko w paru za-

tokach, wychodzących z zachodu z oceanu Atlantyckiego (w kotlinie Paryża i do niej należącej części Anglii, w części Belgii i dalej w części Danii i Niemiec).

Dopiero w czasie oligocenu i części miocenu zalana została ponownie Europa środkowa, a zwłaszcza Niemcy północne. Morze to utworzyło na południu kilka zatok (dolno-śląską od Lignicy, doliną Odry przez Wrocław do Nissy i Lignicy; drugą sasko-turyngską; trzecią dolnoreńską, od Bonn, przez Moguncyę, Frankfurt, pomiędzy Wogezami i Schwarzwaldem łączy się z morzem południowem). W północnych Niemczech nie cała przestrzeń była ciągle pod wodą; znajdujemy tu dużo utworów węglowych z wód pół słodkich i słodkich; są to północnoniemieckie utwory węgla brunatnego. Osady tych wód tworzą luźne nasypy żwiru kwarcowego (często zlepieńca), białe lub bezbarwne piaski kwarcowe, piaskowce, kwarcyty, a także siwe lub białe gliny; w owym też czasie powstał lokalny utwór bursztynowy. Gdy morze dosięgło największych rozmiarów (podczas środkowego oligocenu), utworzyły się osady tak zwanych glin septariowych.

W południowej Europie widzimy zjawiska, charakteryzujące się daleko silniej. Przypomnijmy sobie, że okolice dzisiejszego morza Śródziemnego, dalej Alp i Karpat, tudzież północna Afryka — w epoce triasu pozostawały pod wodą; stan ten trwa ciągle, albowiem w epoce jurajskiej ciągnęło się tędy tak zwane morze Centralne (od oceanu Spokojnego przez Środkową Amerykę, środkową część dzisiejszego oceanu Atlantyckiego, południową Europę, Azyę i Indye, łącząc się tam z oceanem Indyjskim). Dopiero między epoką kredową i trzeciorzędową, morze to przybiera inną formę. Łączność lądów Europy i Ameryki przerywa się i powstaje ocean Atlantycki, a przez rozszerzenie się lądów zachodniej Europy i Afryki poczyna się wytwarzać i oddzielać obecne morze Śródziemne z samoistną fauną śródziemno-morską. Dlatego osady tu powstałe nazwano śródziemno-morskimi (mediterran).

To morze Śródziemne było połączone z oceanem

Atlantyckim niziną rzeki Guadalquivir (cieśnina Gibraltarska wówczas jeszcze nie istniała); Alpy nie posiadały wtenczas tej wysokości, jaką nabyły później, tworzyły jednak długą i wysoką wyspę; z południowej jej strony znajdował się główny obszar morza, ciągnący się w głąb północnej Afryki; po północnej stronie wyspy ciągnął się kanał wzdłuż brzegów Hiszpanii, doliną Rodanu, brzegiem północnym Alp, przez Szwajcaryę, część Szwabii, południową Bawaryę, Salzburg, górną i dolną Austryę, w okolice Wiednia. Tu wązki ten kanał wchodził w szeroką kotlinę, lecz dalej, nowa wyspa, jaką wówczas tworzyły Karpaty, dzieliła go na dwa ramiona: ramię północne wchodziło do Moraw i Polski, południowe zaś rozlewało się szeroko po równinie węgierskiej.

Wreszcie połączenie kotliny wiedeńskiej z morzem Śródziemnem przerywa się w kanale Rodanu (górny miocen); fauna zmienia się tu jeszcze więcej (drugie piętro śródziemno-morskie), ale wody posuwają się dalej na północ, dochodzą do Galicyi, dzisiejszego Królestwa Polskiego i pruskiego Śląska, a z drugiej strony przez Podole, Bukowinę, Mołdawię, do Rosyi południowej, sięgają aż do brzegów morza Azowskiego (kotlina morza Czarnego wówczas jeszcze nie istniała, powstała bowiem później wraz z morzem Egejskiem wskutek zapadnięcia). W końcu, przez odosobnienie tego wielkiego jeziora, powstaje w niem tak zwana fauna sarmacka, oraz osady do niej należące.

W końcu epoki trzeciorzędowej, wody morza Śródziemnego ograniczają się już tylko w przybliżeniu do tych przestrzeni, jakie obecnie widzimy. Kotlina wiedeńska wysycha, a pomiędzy pozostałościami po wodach epoki trzeciorzędowej widzimy pokłady gipsu, soli i źródła nafty [1]).

---

[1]) W epoce trzeciorzędowej, w miejscu przez tyle epok zajętem przez morze, wznoszą się najwyższe góry Europy: Alpy, Karpaty, Apeniny i Pireneje.

Epoka dyluwialna.

W następującej po trzeciorzędowej, epoce *dyluwialnej* nie ustało tworzenie się morskich osadów, ani działanie sił górotwórczych, lecz powyższe czynniki nie zdołały do chwili obecnej nic takiego zdziałać, coby pozostawiło ważny ślad ich wpływu. Być może, że przyczyną tego był zbyt krótki przeciąg czasu, gdyż trwanie epoki dyluwialnej jest zaledwie mało znaczącą chwilą w porównaniu z epokami dawnemi. W ciągu tej epoki nie powstały żadne nowe pasma gór, morza pozostały prawie w tem samem miejscu, a wskutek tego i formujące się w ich głębiach osady, nie zdołały utworzyć nowych lądów. Dla scharakteryzowania tej epoki, pozostawałyby jedynie powierzchowne osady z wód płynących, wiatrów i t. p. Oczywiście, czynniki te działały i dawniej, ale powierzchowne ich utwory uległy zniszczeniu, a do naszych czasów dotrwały te tylko, które pochodzą z ostatniej epoki dziejów ziemi i dlatego, z powodu przewagi tych osadów nad innymi, epoka ta otrzymała nazwę dyluwialnej. Zresztą ze względu na same tylko osady, nie byłaby ona może zasłużyła sobie na miano oddzielnej epoki, gdyby nie pewne, w części lokalne wprawdzie fakty, którymi się wyróżnia. Najważniejszym z tych faktów jest przedewszystkiem nadzwyczajne rozprzestrzenienie się lodowców, a zarazem i pozostałości po nich. W dziejach zaś świata organicznego, najważniejszem zjawiskiem jest pierwsze ukazanie się człowieka, którego ślady po raz pierwszy tutaj napotykamy. Epoka dyluwialna, a zwłaszcza jej peryod lodowcowy, tak silnie oddziałała na naturę naszego kraju, że wobec niej wszystkie inne dawniejsze formacye zajmują tylko podrzędne stanowisko.

Przejdźmy zatem do badania utworów lodowcowych.

Wchodząc na wysokie góry, napotykamy coraz niższą temperaturę powietrza i dochodzimy wreszcie do linii wiecznych śniegów. W miejscowościach, gdzie do roztopienia śniegów nie wystarcza ciepło słońca, śniegi te z bie-

giem czasu gromadziłyby się w niezmiernie wielkich ilościach, gdyby nie znajdowały dla siebie ujścia. Otóż, w dolinach górskich, śnieg, pod własnym ciężarem uciska się, tworząc zrazu ziarnistą masę, a w końcu zamienia się w czysty lód. Lody tak powstałe, kierując się spadkiem, powoli coraz niżej z gór spływają, ginąc dopiero w miejscach dostatecznie ciepłych dla ich roztopienia; są to tak zwane lodowce, które do dziś dnia napotkać można w bardzo wysokich górach. Użyliśmy powyżej wyrażenia, że lodowce spływają; rzeczywiście, przedstawiają się one, jakby gęsta płynąca masa, obdarzona bardzo powolnym ruchem. Lodowce takie obchodzą napotykane przeszkody, wciskają się w wązkie przejścia, po przebyciu których znów się rozszerzają, jednem słowem w ruchu swoim zupełnie się stosują do powierzchni ziemi. Dziwne to zjawisko plastyczności twardej masy lodowej, daje się wytłómaczyć w sposób następujący. Jak wiadomo, objętość wody powiększa się przy marznięciu, t. j. lód zajmuje większą przestrzeń, aniżeli woda, z której powstał i dlatego, jako gatunkowo lżejszy, po niej pływa. Jeżeli jednak lód mocno ściśniemy, staje się on płynnym, a z ustępującem ciśnieniem napowrót krzepnie. Tak samo w lodowcu, cząstki jego, ulegające ciśnieniu, roztapiają się, posuwają się wtenczas dalej i tam krzepną na nowo, czyli stają się ruchomemi i zachowują się podobnie, jak płyny. Wskutek tego lodowiec może zupełnie stosować się do powierzchni gruntu i jest w stanie, pod działaniem własnego ciężaru, posuwać się powoli w kierunku spadku.

Źródłem, z którego śniegi zasilają lodowiec, są najwyżej położone części dolin górskich. Im większą jest ilość dostarczanego lodowcowi materyału, tem więcej oczywiście potrzeba ciepła na jego roztopienie, a więc w tem niższe, to jest cieplejsze okolice spuszcza się on z gór. W Alpach, gdzie linia wiecznego śniegu znajduje się na wysokości 2800 metrów, napotykamy lodowce już na wysokości 1000 metrów, a więc 1800 metrów niżej od linii wiecznych śniegów. Znane są również przykłady usuwania się

lodowców w podzwrotnikowe lasy. W peryodach lat zimnych lub obfitszych w opady atmosferyczne, lodowce posuwają się dalej w doliny, w przeciwnym zaś razie cofają się.

Spuszczanie się lodowców z gór jest nader powolne: w Alpach naprzykład, ruch ten wynosi przeciętnie 100 metrów w przeciągu roku. Zresztą szybkość ta zależy od masy lodowca, od spadku, od przeszkód, na jakie natrafia, słowem od warunków zupełnie analogicznych z tymi, jakie wpływają na szybkość płynącej wody.

Podczas spuszczania się lodowców górskiemi dolinami, z góry lub z boku spadają na nie odłamy skał i, leżąc na ich powierzchni, zostają przenoszone dalej; z tych skalistych mas, przez lodowiec przenoszonych, tworzą się tak zwane moreny albo zwały. Te z nich, które leżą na powierzchni lodowca, równolegle do kierunku jego posuwania się, nazywają morenami środkowemi; podobnie widzimy moreny boczne. Materyał ten, w miejscu, gdzie lodowiec topnieje, układa się na powierzchni ziemi, tworząc skalisty wał, zwany moreną czołową; stanowi ona wskazówkę, jak daleko lodowiec dochodził. Najważniejszą jednak jest morena spodnia, albo denna, znajdująca się pod lodowcem; tu zbiera się miał z roztartych okruchów skalistych, z tymiż okruchami pomieszany. Jeżeli miał ten usuniemy, to przekonamy się, że spodnie skały, po których lodowiec się posuwa, są wyszlifowane i porysowane w kierunku jego ruchu. Widzimy stąd, że lodowce mogą być nietylko czynnikiem przewozu materyałów skalistych, olbrzymiej nieraz wielkości, ale także przypisać im należy zdolność wyżłabiania i niszczenia skał, po których się posuwają. Działanie to na wielką skalę widzieć można w ustroju powierzchni tych okolic, które niegdyś pokrywał lodowiec; wszelkie wzgórza są tu zupełnie zaokrąglone. Wyżłabiającemu działaniu lodowców na podłoże przypisują także utworzenie się niektórych jezior. W miejscu, gdzie się lodowiec kończy, ostatecznie topniejąc, wypływa strumień, który, unosząc z sobą piasek i muł, przenosi tym sposobem jeszcze dalej produkty działalności lodowca.

Opisane wyżej lodowce i dziś jeszcze widzieć można na wysokich górach; były one jednak w pewnym czasie epoki dyluwialnej bez porównania większe i pozostawiły ślady swej działalności w całej okolicy podalpejskiej, a nawet na wszystkich prawie innych przedgórzach.

Wpływy miejscowe lodowców są jednak małoznaczące w porównaniu z tymi, jakie widzimy na północnej równinie polsko-niemieckiej (a także w Północnej Ameryce). Ostatnimi osadami przed epoką dyluwialną, były tu utwory trzeciorzędowe węgla brunatnego, a starsze osady (jura i kreda) tworzyły prawdopodobnie znajdujące się tutaj wyniosłości. Tymczasem prawie śladu ich nie znajdujemy na powierzchni ziemi: wszystkie dawniejsze utwory zostały pokryte warstwami glin i piasków, widocznie powstałych z rozkruszenia skał krystalicznych; warstwy te bowiem dotąd jeszcze zawierają wielkie nieraz ilości tych materyałów pierwotnych, w postaci większych lub mniejszych głazów, znanych powszechnie pod nazwą głazów narzutowych. Napróżnobyśmy szukali u nas pochodzenia tych skał krystalicznych; podczas żadnej bowiem z poprzednich formacyi nie zostały one wydźwignięte na powierzchnię; widocznie więc zostały przyniesione inną drogą z okolic, gdzie się znajdowały odkryte. Woda nie była w stanie unieść z sobą nieraz olbrzymich bryl, mogło się to tylko stać za pośrednictwem lodów. Powstało więc przypuszczenie, że głazy te dostały się do nas na górach lodowych, płynących morzem z północy, t. j. ze Szwecyi i Finlandyi. Istotnie, miejscowości te są zbudowane ze skał, zupełnie podobnych do naszych głazów narzutowych, a przytem i obecnie widzieć można na północy góry lodowe, pływające po oceanie.

W ostatnich jednak czasach zmieniły się pojęcia co do sposobu utworzenia się tych osobliwych osadów. Ogół uczonych zgadza się obecnie na wniosek, że te wszystkie nie miejscowe, napływowe materyały, gliny, piaski, głazy, są produktem lodowców, które w pewnym czasie epoki dyluwialnej posuwały się ku nam z północy, pokrywając

zajmowane przestrzenie grubą warstwą lodu. Punktem ich wyjścia był półwysep Skandynawski i Finlandya, skąd rozchodziły się wachlarzowato na wszystkie strony; na zachodzie doszły one do brzegów Anglii, na południe do środkowych, górzystych Niemiec, a u nas do Karpat; na wschodzie do Wołgi i Oki.

Jakkolwiek Szwecya i Finlandya dotychczas posiadają znaczne wyniosłości, niema tam jednak gór tak wysokich, aby mogły utworzyć lodowce, podobne do opisywanych poprzednio; długi też czas z tego powodu nie można było pogodzić się z myślą tej teoryi lodowcowej. Dopiero badanie okolic podbiegunowych i tamtejszych lodów w znacznej mierze usunęło nastręczające się jeszcze wątpliwości; pokazało się bowiem, że obecność bardzo wysokich gór nie jest koniecznie potrzebna do wywołania podobnych zjawisk. Lodowce powstać mogą i w mniej wyniosłych miejscowościach, wywołując wprawdzie odmienny typ zjawiska. Widzieć to można na całym lądzie, otaczającym biegun południowy, a na północy w Grenlandyi, na Szpitzbergu, w Nowej Ziemi i t. d. Cała przestrzeń ziemi pokryta jest tam lodem, którego warstwa w głębi kraju staje się coraz grubsza; od środka lód rozchodzi się na wybrzeża, gdzie części jego odłamują się, tworząc pływające po morzu góry lodowe. Takie pole lodowe pokrywa wszelkie nierówności ziemi i tylko najwyższe wzniesienia niekiedy z niego sterczą; możemy na niem spotkać bezdenne szczeliny, rwące potoki, a nawet w porze cieplejszej daje się widzieć na lodzie, pod stopniałym śniegiem, warstewka mułu, pokrywająca się ubogą wegetacyą. Pod lodem możemy zauważyć miał i okruchy skaliste, podobne do tych, jakie się znajdują pod lodowcami górskimi. Ruch tych mas lodowych od środka ku wybrzeżom jest bardzo powolny, zauważono jednak raz szybkość 20 metrów dziennie.

Pomiędzy osadami napływowymi polsko-niemieckiej równiny, rozróżnić można dwie, wybitnie odrębne kategorye: jedne są wyraźnie uwarstwowane, drugie niewarstwowane. Wiemy, że wszystkie utwory warstwowane pocho-

dzą z osadów wód, musimy zatem i osadom pierwszej kategoryi przypisać podobne pochodzenie. Inaczej się rzecz ma z osadami drugiej kategoryi, które tą drogą powstać nie mogły; należy je zatem uważać za spodnie, czyli dawne moreny lodowcowe i jest to jedyne wyjaśnienie ich pochodzenia, za którem, jak to poniżej zobaczymy, przemawia znaczna ilość faktów.

Napotykane w epoce dyluwialnej trzy osady warstwowane, są zwykle między sobą rozdzielone naprzemian z nimi leżącymi dwoma osadami niewarstwowanymi. Okoliczność ta doprowadziła do wniosku, że lodowiec dwa razy uformował morenę, a więc, że zlodowacenie powtórzyło się dwa razy.

Cały zatem przebieg tych zjawisk przedstawia nam się, jak następuje.

Po epoce trzeciorzędowej nastąpił pierwszy *peryod przedlodowcowy* (antiglacial), ku końcowi którego ukazuje się zbliżający się lodowiec. W tym peryodzie, na półwyspie Skandynawskim i w Finlandyi, utworzyły się z przyczyn atmosferycznych, olbrzymie lodowce, które pokryły wymienione przestrzenie jednostajną warstwą i zaczęły się stąd rozchodzić wachlarzowato na wszystkie strony. Część ich posuwała się w kierunku południowym przez obszar dzisiejszego morza Bałtyckiego, które wówczas prawdopodobnie jeszcze nie istniało, a w każdym razie nie w dzisiejszej swej postaci. Następnie lodowce te zaczęły zajmować coraz dalsze przestrzenie na południu, przykrywając je jednostajnie lodem; lód ten jednak, z powodu panującej w tych stronach wyższej temperatury, ustawicznie topniał, nie zmniejszając wszakże swej objętości, ponieważ więcej go przybywało, aniżeli ubywało. Powstałe wskutek tego masy wód, rozmywały materyał miejscowy, tworzący powierzchnię ziemi w tych okolicach, do których lodowiec się zbliżał (n. p. w północnych Niemczech i w Królestwie luźne utwory formacyi węgla brunatnego). Do tego rozmytego miejscowego materyału dołączał się jeszcze, w postaci miału, piasku i okruchów, materyał do-

starczany z północy, przez ciągle topniejący lodowiec; stąd powstała mieszanina różnorodnych, uwarstwowanych glin, iłów, piasków i żwirów. O ile możemy wnioskować z dzisiejszych przedlodowcowych okolic, wody owe musiały być płytkie, utworzone z niezliczonej ilości strumieni, które, płynąc przeważnie w luźnym, piaszczystym materyale, nieustannie zmieniały swoje koryta; powstałe też warstwy szybko się zmieniają, nie posiadając jednostajności na dłuższych przestrzeniach.

W ten sposób utworzyły się uwarstwowane osady peryodu przedlodowcowego, stanowiąc u nas najniższe piętro utworów dyluwialnych; były to pierwsze osady, które przykryły utwory dawniejszych formacyi. Szczegółowy ich opis podamy później, teraz zaś przejdziemy do następnego peryodu *pierwszego zlodowacenia*, kiedy lodowiec ten zajął nareszcie opisywane poprzednio przestrzenie i oparł się dopiero o Karpaty.

Cała ta przestrzeń zatem została pokryta jednostajną warstwą lodu; warstwa ta, w miarę topnienia wciąż zasilana z północy, była w nieustannym ruchu od północy ku południowi. Ruch ten był przyczyną ciekawych bardzo zjawisk, towarzyszących zwykle lodowcom. Przedewszystkiem, gdy z ociepleniem się lody ustąpiły, pozostał po nich ślad, w postaci grubego, nieuwarstwowanego osadu gliniastego, który się wytworzył, jako morena spodnia, czyli denna. Warstwa ta gliny, leżąca na uwarstwowanych osadach peryodu przedlodowcowego, tworzy na północy, t. j. w pobliżu głównego miejsca swego pochodzenia, nieprzerwany pokład znacznej grubości; dalej na południe staje się coraz cieńszą tak, że około Częstochowy można ją widzieć zaledwie w pojedynczych wysepkach. W masie jej znajdujemy okruchy północnych skał krystalicznych, znanych jako głazy narzutowe; oprócz tego jednak, wyłącznie północnego materyału, znajdujemy także przymieszkę skał osadowych, już to w kawałkach, już to w postaci drobnego miału; lodowiec bowiem, posuwając się, odrywał ze swego podłoża skały osadowe, sterczące na przestrzeni

Bałtyckiej i dołączał je do swej moreny. Tym sposobem glina ta została utworzona z roztarcia dwóch rodzajów skał: krystalicznych i osadowych, a te ostatnie, po większej części wapienne, obdarzyły glinę naturą marglowatą, którejby nie posiadała, gdyby się na jej utworzenie złożył wyłącznie materyał krystaliczny.

Materyały te, nabyte przez lodowiec dopiero w drodze, wytworzyły w glinie miejscowe różnice jej składu, zależne od natury poblizkich skał podłoża. Z tego powodu, z odrębności składu gliny w danej miejscowości, możemy nieraz wnioskować o naturze pod spodem leżących formacyi. Przyczyna tej zależności jest bardzo prosta. Lodowiec, posuwając się po całej przez siebie zajętej powierzchni ziemi, bez względu na jej nierówności, napotykał największy opór, przechodząc przez skaliste wzgórza, utworzone przez dawniejsze formacye, a nieprzykryte warstwami przedlodowcowemi. Wówczas zrywał z nich sterczące skały, nadając przez to podłożu formę zaokrągloną: wzgórza zaś, jeżeli były twarde, szlifował i pokrywał rysami z tej strony, od której przychodził; tym sposobem nabyty materyał rozcierał i dołączał do swej moreny, tworząc w glinie po stronie południowej pagórka, po sobie pozostawionej, niby cień z miejscowego materyału. Jeżeli pagórek był wapienny, to glina przy nim jest mocno wapienna, a dalej od niego właściwość ta się zmniejsza. Okruchy skaliste, znajdowane w glinie, są ważną wskazówką przy oznaczeniu, skąd lodowiec przyszedł i jaki posiadał kierunek; tą drogą udało się rozpoznać, że lodowiec, o którym mowa, posiadał ruch w kierunku z północy na południe.

Następujący peryod epoki dyluwialnej odznacza się podwyższeniem temperatury, wskutek czego lodowiec się cofnął, a są ślady, że w południowej Szwecyi zupełnie nawet zginął. Peryod ten został nazwany *międzylodowcowym* (interglacial), a to dlatego, że po nim powtórzyło się zlodowacenie, aczkolwiek już w mniejszym stopniu. W czasie tego peryodu powstał gruby pokład uwarstwowanych utworów, przeważnie piasków, z podrzędnemi tylko gli-

nami; pokład ten przykrył glinę, utworzoną przez pierwszy lodowiec i uformował się jako osad wodny, zupełnie tak samo, jak to widzieliśmy w peryodzie przedlodowcowym. Do tego także czasu odnieść należy powstanie utworu, zwanego lössem. Odznacza się on nadzwyczaj charakterystycznemi cechami, a mimo to pochodzenie jego dotąd nie jest wytłómaczone; opiszemy je później szczegółowo. W tym międzylodowcowym peryodzie napotykamy także pierwsze ślady człowieka; był on więc świadkiem zlodowacenia, po tym bowiem międzylodowcowym peryodzie te same przestrzenie zajął lodowiec po raz drugi.

W następującym peryodzie *drugiego zlodowacenia* wszystkie zjawiska wyżej opisane powtórzyły się znowu, wprawdzie w mniejszym stopniu. Osad niewarstwowanej gliny pokrył uwarstwowane piaski peryodu międzylodowcowego; tym razem jednak warstwa gliny jest cieńsza, więcej piasczysta, a mniej marglowata. Kierunek tego drugiego lodowca był odmienny, przyszedł on z północo-wschodu, zajął już mniejszą przestrzeń, aniżeli poprzedni i oparł się o mniejsze wyniosłości. W Niemczech doszedł mniej więcej do linii, przechodzącej przez Hamburg, Magdeburg, północne okolice Lipska, Zgorzelice (Görlitz), Wrocław, Opole, u nas zaś nie przekroczył grzbietu krakowsko-wieluńskiego i gór Kieleckich. Granicę jego stanowi mniej więcej bieg rzek Liswarty, Warty, Pilicy i Wieprza; pozostał zatem pas, mieszczący tylko utwory po pierwszym lodowcu i na tej przestrzeni częściowo, z przerwami, osadził się löss. Znajdujemy go u nas za górami Kieleckiemi aż do Karpat, skąd ciągnie się pasem przez Lubelskie na wschód.

Wreszcie zginął i drugi lodowiec, a utworzone po nim wody w wielu miejscach spłukały i tak już cienką najwyższą warstwę gliny piasczystej, albo też utworzyły na niej osad piasczysty lub żwirowy; w pobliżu zaś morza Bałtyckiego, gdzie wówczas poziom wód był daleko wyższy, powstały osady z wód stojących, jak n. p. czerwona glina warstwowana.

Ten peryod podlodowcowy trwa do naszych czasów.

Mieliśmy zatem w epoce dyluwialnej dwa zlodowacenia, skąd wynikło pięć peryodów i tyleż piętr tym peryodom odpowiadających, a mianowicie:

piętro pierwsze, t. j. osady uwarstwowane przedlodowcowe, piaski, iły, gliny, żwiry, pokrywające formacye dawniejsze;

piętro drugie, t. j. dolne niewarstwowane gliny pierwszego zlodowacenia;

piętro trzecie, t. j. uwarstwowane piaski międzylodowcowe, na tej glinie leżące;

piętro czwarte, t. j. cieńszy już pokład górnej, niewarstwowanej gliny drugiego zlodowacenia i wreszcie:

piętro piąte, odnoszące się do peryodu polodowcowego, gdyż na tej górnej glinie napotykamy w niektórych miejscowościach, należące do tego czasu warstwowane osady piasku, żwiru i gliny. Te osady epoki lodowcowej są dla nas bardzo ważne, składają się bowiem głównie na uformowanie gruntów naszego kraju. Podaliśmy wprawdzie tutaj ogólny szkic ich powstawania, w części jednak szczegółowej, przy opisie gruntów typowych, obszerniej opiszemy ich własności. Nie wszędzie znajdujemy te osady kolejno leżące na sobie; w niektórych bowiem okolicach wody uniosły jedno lub więcej piętr, odkrywając leżące niżej.

Przy topnieniu tak znacznej ilości lodu, powstały wielkie masy wód; wody te, mając odpływ na północ zatamowany przez lodowiec, musiały przyjąć kierunek jego brzegu, dążąc ze wschodu na zachód; one to wyżłobiły szeroki kanał, przedzielający polsko-niemiecką równinę na dwie części, a ciągnący się od błot pińskich, przez okolicę Warszawy i Berlina aż do ujścia Elby. Tą drogą płynęły wszystkie wody i rzeki, jako to: Niemen, Wisła, Odra, Warta, Elba, tworząc jedno olbrzymie koryto. Później dopiero, gdy lodowa zapora od strony północnej zniknęła, każda z tych rzek utworzyła sobie własne koryto w kierunku ogólnego spadku baltyckiego. Z tego powodu widzimy na tej równinie koryta rzek nieproporcyonalne po-

trzebie ich małych wód obecnych. W jednym z następnych rozdziałów okoliczności te poznamy bliżej. Tu nadmienimy ogólnie, że przez wymycie i uprowadzenie wierzchnich warstw, odkryły się osady wcześniejsze. W samym środku wyżej wspomnianego kanału (około Kutna, Sochaczewa i Warszawy) woda zniosła wszystko, oprócz dolnej gliny pierwszego lodowca, która też tworzy obecnie powierzchnię gruntu w wymienionych okolicach. W większej odległości od środka kanału, na tej dolnej glinie pozostał jeszcze cieńszy lub grubszy pokład warstwowanych piasków z epoki międzylodowcowej, jak n. p. w okolicy Skierniewic. Wreszcie tam, gdzie wody nie działały tak niszcząco, znajdujemy na tych piaskach warstwowanych warstwę górnej gliny drugiego lodowca, jak n. p. w okolicy Łodzi i Koluszek. Oprócz wyżej wymienionego głównego kanału, mamy i inne, podrzędne, wskutek czego osady dyluwialne posiadają u nas charakter insularny, t. j. górna glina tworzy rodzaj wysp naokolo otoczonych piaskami warstwowanymi.

Małe stosunkowo nierówności, jakie napotykają się na płaszczyźnie dyluwialnej, są w części pozostałością po lodowcach, jak n. p. wiele jezior i zagłębień, w części zaś powstały pod wpływem działania wód płynących. Siły górotwórcze nie brały tu żadnego udziału, a dawniejsza ich działalność przyczyniła się tylko do lokalizowania napływów.

Glina lössowa (Löss) zwykle nieuwarstwowana zawiera zupełnie podobne materyały, jak gliny lodowcowe, a więc ziarnka kwarcu i okruchy skał krystalicznych.

Niezwietrzały, niewypłukany löss, jest to glina marglowata (wprawdzie z bardzo zmienną ilością węglanu wapniowego, od 1% do 30%), uformowana z ziarnek jednolitej wielkości. Ziarnka te posiadają średnicę od 0,02 do 0,05 milimetrów, rzadko 0,1 milimetra, grubszego zaś piasku, a tembardziej kamyczków, brak zupełny. Ilość miału wynosi średnio od 20% do 30% i tej ostatniej granicy prawie nigdy nie przekracza; jest go zatem mniej, aniżeli

w zwykłej glinie zwałowej. Jest to więc ziemia bardzo drobnoziarnista, o składzie fizycznym, podlegającym małym zmianom. Ziarneczka kwarcu w lössie zawarte, są najczęściej ostrokańciaste, nie zaś okrągłe, jak w glinie lodowcowej, a maleńkie blaszki miki są ułożone w rozmaitych kierunkach. Löss posiada charakterystyczny kolor żółty, pochodzący od żelazistego barwnika; jest to żółta ziemia Chińczyków. Nie jest on nigdy uwarstwowany (chyba że przeobrażony), przeszyty często w całej swej masie pionowemi, rozgałęziającemi się rurkami, na ścianach których widać biały osad z węglanu wapniowego, a i ziarnka kwarcu mają na sobie skórkę z tego osadu.

Położenie lössu jest zupełnie niezależne od wysokości: wypełnia on i równa pierwotne nierówności podłoża; widzieć go można w Europie, od powierzchni morza aż do wysokości 1500 metrów, a w Chinach do 3500 metrów, gdzie pokład jego dochodzi często 200 metrów grubości, w Europie zaś grubość lössu wynosi tylko do 60 metrów. We wzgórzach z niego utworzonych niema skamieniałości, podczas gdy w nizinach napotyka się ich wiele; są to przeważnie szczątki trawożernych i skorupki ślimaków, głównie lądowych. Przy znacznych wzgórzach i mocnych spadkach, jakie löss nieraz tworzy, woda, łatwo go wymywając, wyżłabia parowy o ścianach prawie prostopadłych, nieraz bardzo głębokich. To prostopadłe oddzielanie się tej gliny jest tak charakterystyczne, że nadaje odrębny wygląd utworzonej z niej okolicy. Z tej właściwości lössu, że może się utrzymać w ścianach prostopadłych bez podparcia, korzysta ludność Chin; miliony ludzi żyją w mieszkaniach, nieraz bardzo obszernych, wyrobionych w ziemi, a są rodziny, pozostające po paręset lat w tem samem pomieszczeniu. Parów służył za ulicę, w nim roi się od ludzi, a wyżej znajdująca się uprawna płaszczyzna zdaje się być pustą, żadnych bowiem mieszkań na niej nie widać.

Löss zajmuje w Chinach ogromną przestrzeń, tworząc podstawę do utrzymania tak gęstej ludności, do czego się

przyczynia jego wielka urodzajność, wskutek czego czczą tam kolor żółty, jako lössowi właściwy. Wielka rzeka Żółta (Hoang-Ho) i morze Żółte (Hoang-Hai), posiadają odpowiednią barwę, nabytą od mułu lössowego. W Europie znajdujemy löss w Belgii, Brabancyi, Limburgu, w północnej Francyi około Loary, nad Renem, Saalą, Werrą, nad Elbą pomiędzy Meissen i Pirna, nad Odrą, w dolinach i okolicach Dunaju (Bawarya i Austrya, szczególniej Węgry, Siedmiogród), u nas w krakowskiem i lubelskiem, na całem Podkarpaciu i na Podolu, a także w południowej Rosyi; w Ameryce w La Plata i w dolinie Missisipi. Na południowej półkuli zdaje się niema lössu; trzyma się on wogóle blizkości wielkich gór i pewnej określonej strefy.

Tworzenie się tej gliny jest dotąd zagadką; w Azyi, a szczególniej w Chinach, teraz jeszcze można obserwować tworzenie się lössu: jest to wiatrem napędzony miał w okolicach stepowych, pokrywający miejscową wegetacyę, przez zbutwienie której powstają pionowe rureczki. Jak powstał w Europie, dotąd napewno wiedzieć nie można, jest jednak wiele wskazówek, że w peryodzie międzylodowcowym, czy też polodowcowym, mógł i tutaj panować klimat stepowy, a osad lodowcowy został wtenczas napędzony wiatrem w pewne miejscowości. W nizinach rzecznych löss byłby już z pierwotnego swego położenia wodą przeniesiony, a więc przeobrażony; taki napotkać możemy w sandomierskiem i w południowo-zachodniej części lubelskiego. Za wiatrowem pochodzeniem tej gliny przemawia nadzwyczaj jednostajna wielkość jej cząstek, zupełny brak uwarstwowania, położenie niezależne od wysokości i t. p.

CZĘŚĆ DRUGA.

Wietrzenie skał i tworzenie się gleby.

ROZDZIAŁ I.

Ogólne uwagi nad przebiegiem wietrzenia

Każda skała, czy twarda krystaliczna, czy też miększa, osadowa, jeżeli tylko tworzy powierzchnię ziemi, jest wystawioną na działanie czynników zewnętrznych, a skutkiem tego podlega zwietrzeniu, które nieraz zupełnie zmienia jej pierwotną naturę. Znajomość wszelkich okoliczności, wywierających wpływ na ten proces, jako też i samych produktów zwietrzenia, jest bardzo ważną dla rolników, ponieważ opierają oni swoją produkcyę na wyzyskiwaniu powierzchownych jedynie warstw ziemi. Pomimo to, przedmiot ten jest mało zbadany; prac odnośnych jest wprawdzie dużo, w nich jednak brano przeważnie pod uwagę zachowywanie się pojedynczych minerałów wobec czynników na nie działających, tymczasem, o zachowaniu się całych warstw skalistych wobec wietrzenia, posiadamy jeszcze bardzo niezupełne wiadomości.

Pierwszorzędny wpływ przy wietrzeniu powierzchni skał wywierają wody, pochodzące z opadów atmosferycznych, w połączeniu ze znacznemi nieraz zmianami temperatury; przyłącza się do tego działalność bądź żyjących roślin, bądź ich pozostałości organicznych. Wpływ tych

wód jest mechaniczny i chemiczny, ale natura produktu zwietrzenia zależy tak samo od okoliczności zewnętrznych, jak i od warunków wewnętrznych.

Przedewszystkiem odgrywa tu ważną rolę położenie geograficzne. Jedna i ta sama skała daje inny produkt zwietrzenia w strefie umiarkowanej, a inny w strefie gorącej. Wogóle, do pewnych stref geograficznych są przywiązane charakterystyczne utwory powierzchowne, t. j. rodzaje gleby, chociaż nie wszystkie powstały wyłącznie przez samo zwietrzenie. W naszej strefie umiarkowanej przez zwietrzenie skał przeważnie krystalicznych, a nawet i osadowych wapiennych, powstaje mniej albo więcej piaszczysta lub marglowata glina. Tymczasem w strefie gorącej, gdzie deszcze są obfitsze, a skutkiem tego wegetacya bujniejsza, z tych samych skał tworzy się zupełnie inna, czerwona, gliniasta ziemia, zwana lateritem. Jest to równoważnik naszej gliny. W okolicach pół-suchych, stepowych, zarówno pasa umiarkowanego, jak i gorącego, tworzyły się, a nawet i dziś jeszcze (w Azyi) tworzą, nagromadzone przez wiatr produkty lössowe, jak n. p. glina lössowa, czarnoziemy strefowe, lub indyjski regur. Wreszcie, tworzenie się torfu jest ściśle związane z klimatem. Znajdujemy go tylko w strefach umiarkowanych, przeważnie północnej, a mianowicie tam, gdzie średnia roczna temperatura wynosi 6^0 do 7^0 C. Irlandya przedstawia ku temu najdogodniejsze warunki, tak pod względem klimatu jak i ziemi, jest ona też ojczyzną torfu, który zajmuje $^1/_{10}$ część całej jej powierzchni. Obrachowano, że w Irlandyi wystarcza dziesięć lat na utworzenie 3 do 4 metrów grubej warstwy torfu, podczas gdy gdzieindziej potrzeba na to 100 lat lub nawet więcej.

O warunkach wietrzenia i formowania się warstw powierzchownych w naszej strefie, mówić będziemy więcej szczegółowo później; tu dodać należy kilka słów o produktach strefy gorącej.

Laterit jest to rodzaj ziemi nadzwyczaj rozpowszechniony w strefie gorącej, tam jednak tylko, gdzie są

obfite opady atmosferyczne, sprzyjające bujnej wegetacyi. Formuje się on przez zwietrzenie najrozmaiszych skał: gneisu, łupków krystalicznych, skał wybuchowych, jak n. p. bazaltu i t. p.; najdawniej jest nam znany z Indyi angielskich, gdzie pokrywa znaczne przestrzenie, nadto znajduje się na wyspie Ceylon, przy zachodnim brzegu Afryki w Kongo i Menbutto, a w Brazylii stanowi główną część gruntów; zabarwia on tu rzeki czerwono, a nadbrzeżne dno oceanu jest pokryte pochodzącym zeń czerwonym szlamem.

Laterit, jest to czerwono-ceglasta, twarda, mocno żelazista glina, brunatno, żółto lub biało centkowana; jaśniejsze centki są więcej miękkie, wskutek czego woda, spadająca przy danej sposobności, łatwiej wypłukuje z tych miejsc glinę, pozostawiając jakby szkielet, w postaci gąbczastej masy. Masa ta jest twarda, bogata w żelazo, barwy brunatnej, podobna do żużla. Dawniej sądzono, że wypłukany w ten sposób laterit jest produktem pochodzenia wulkanicznego. W takim stanie znajduje się on na indyjskich wzgórzach Dekanu, gdzie tworzy warstwę do 50 m. grubą; powierzchnia jej jest jałowa, żuzlowata, a pokryta jedynie karłowatą roślinnością. Była ona pierwotnie jednolitą i urodzajną; skoro jednak płynące wody powyżłabiały w niej koryta, a ogólny poziom wód obniżył się, grunt zaczął powoli tracić wilgotność, wskutek czego i wegetacya zmniejszała się, a coraz więcej wsiąkające wody, przez wypłukanie, doprowadziły go w końcu do dzisiejszego stanu nieurodzajności.

W tej części południowych Indyi, gdzie przy klimacie tropikalnym, opady atmosferyczne już są za małe (1200 milim.) dla utrzymania bujnej wegetacyi, a pora jest raz wilgotna, raz sucha, tam już nie napotykamy lateritu, ale utwór czarno-ziemny, stepowy, podobny do czarnoziemów ruskich. Jest to ziemia, zwana Regur (cotton-soil — grunt bawełniany), będąca 2 do 3 m. grubym czarnoziemem. W stanie nieuprawnym grunt ten porasta wysokiemi, stepowemi trawami (drzew niema), a w głąb przechodzi

powoli, nieznacznie, w drobno-ziarnistą ziemię lössową. Regur pokrywa najrozmaitszego rodzaju skały, nie mógł zatem z nich powstać; jest on zapewne utworem wiatrowym (eolicznym), stepowym, podobnie jak löss i czarnoziemy stepowe.

Drugą zewnętrzną okolicznością, wpływającą na naturę produktów zwietrzenia, jest wiek skał, o tyle oczywiście, o ile skały te nie były zabezpieczone przez nakrycie. Rzecz bowiem prosta, że im dłuższy przeciąg czasu wody na skałę działały, tem głębiej i silniej została ona zmienioną. Na odwiecznym lądzie chińskim, tak twarde skały, jak granit i gneis, uległy zwietrzeniu na kilkadziesiąt metrów głęboko i dają się krajać nożem; żyły tylko kwarcowe pozostały twarde. W Północnej Ameryce łupki archaiczne zwietrzały na głębokość około 60 m. Skały osadowe wapienne jeszcze łatwiej ulegały zwietrzeniu i wypłukaniu, wody bowiem atmosferyczne, zawierając w sobie kwas węglowy, rozpuszczają i uprowadzają węglan wapniowy. W ten sposób na powierzchni skały wapiennej tworzy się osad piasczysty lub gliniasty, jako pozostałość z nierozpuszczalnych części wapienia. Znając skład chemiczny danego wapienia, można wyrachować na zasadzie grubości pozostawionej warstwy, ile wapienia ubyło; tak naprzykład: w Ameryce Północnej, w Missouri, w Ozarkmountains, wapienie pokrywa do 30 metrów gruba warstwa gliny; że zaś ten wapień zawiera 2% do 9% gliny, musiała więc być rozpuszczona 100 do 700 metrów gruba warstwa wapienia, aby utworzyć tę gliniastą pozostałość.

Najmłodsze osady epoki dyluwialnej przedstawiają się w stanie mniej zwietrzałym. Już utwory epoki trzeciorzędowej są daleko silniej zmienione, o ile naturalnie tworzyły powierzchnię ziemi. W całych północnych Niemczech osady trzeciorzędowe formacyi węgla brunatnego charakteryzują się tem, że stanowią pozostałości silnego i długotrwałego zwietrzenia; feldspaty są tu zupełnie pozbawione swych alkaliów, a pozostała po nich tylko glina, bardzo

często czysta, stanowiąca kaolin porcelanowy. Zresztą, glina ta, pod wpływem wód płynących, została nieraz uniesiona ze swego miejsca, a z całej pierwotnej zwietrzałej skały pozostały tylko białe i siwe, nieurodzajne piaski kwarcowe. Liczne ich drobnoziarniste odmiany bywają pomieszane z blaszkami miki i cząstkami węgla brunatnego. W tych miejscowościach bardzo często się zdarza, że osady podobne do gliny, czyli tak zwane iły, chemicznie bardzo mało się różnią od piasku. Ogólną cechą formacyi węgla brunatnego jest brak węglanu wapniowego i alkaliów.

Utwory dyluwialne stanowią silny kontrast z poprzednimi, zwłaszcza pod względem rolniczym; powstały one bowiem głównie nie przez zwietrzenie, ale przez mechaniczne roztarcie za pośrednictwem lodowca. Dlatego też ich cząstki skaliste wyglądają świeżo, są mało zwietrzałe i zawierają zwykle znaczną część tych alkaliów, które posiadała pierwotna skała krystaliczna. Osady dyluwialne prawie zawsze zawierają (z wyjątkiem samej warstwy powierzchownej) większą lub mniejszą ilość węglanu wapniowego, pochodzącego głównie z domieszki skał syluryjskich i kredowych.

Miał utworów dyluwialnych składa się, w bardzo wielu razach, z zupełnie zwietrzałych cząstek gliniastych epoki trzeciorzędowej i z mało rozłożonego szlamu z północnego materyału lodowcowego. W różnych okolicach stosunek tych części jest bardzo odmienny. We wschodnich Niemczech są przestrzenie, które otrzymały materyał lodowcowy głównie z glin trzeciorzędowych; w innych znów miejscowościach przeważa szlam północno-lodowcowy. Od stosunku tych składników zależy nieraz wartość danej ziemi, nierozwietrzały bowiem szlam północno-lodowcowy i wyługowana jałowa glina trzeciorzędowa, posiadają zupełnie odmienną wartość pożywczą dla roślin.

Utwór, powstały z macierzystej skały przez jej zwietrzenie i wypłukanie, nieraz w swym składzie do tego

stopnia się różni, że z trudnością tylko dojść można, iż z tej skały powstał.

Gliny tworzą się zwykle ze skał, zawierających większe lub mniejsze ilości związków wapna, żelaza, potasu i kwasu fosforowego. Składniki te opierają się w niejednakowym stopniu ługującemu działaniu wód, w końcu jednak mogą być nawet zupełnie uniesione; w takim razie pozostaje sama glina lub krzemionka. Dlatego byłoby bezpodstawnem mniemanie, że zasobność ziemi w składniki użyteczne dla roślin jest bezwzględnie wprost proporcyonalną do zawartości gliny, resp. miału, czyli innemi słowy, że ziemia jest tem żyzniejszą, im więcej zawiera gliny. Tylko wskutek zbiegu okoliczności sprawdza się to dla najmłodszych glin dyluwialnych, a to dlatego, że gliny te są jeszcze w stanie mało zwietrzałym. W tym wypadku zresztą ilość gliny jest tak widoczną i charakterystyczną na oko, że rzeczywiście może tu służyć za wskazówkę i ułatwienie przy oznaczeniu urodzajności ziemi. W tym razie można oszacować ziemię nie będąc przyrodnikiem. Tymczasem dla osadów trzeciorzędowych prawidło to jest już zupełnie pozbawione podstawy; napotykamy tu gliny chude i biedne, jak n. p. we Francyi, tak zwaną «argile à silex». Na Węgrzech istnieje gatunek ziemi, zwany «szek», przeważnie w okolicy Alföld, który tworzy na przestrzeni 200.000 hektarów warstwę od 0,3 do 7 metrów grubą. Grunt ten powstał z rozwietrzenia i wyługowania krzemionkowego trachytu czyli tufu, którego produkty są zwykle urodzajne. Ziemia ta będąc suchą, jest szara i twarda jak skała; rozmoknięta staje się czarną i grzęską. Jest ona bogatą w próchnicę i stanowi utwór piasczysto-gliniasty, zawiera bardzo mało wapna i zaledwie ślady potasu oraz kwasu fosforowego, przytem okazuje słabą własność absorbcyjną dla tych składników i jest mało urodzajną, a nawet często zupełnie jałową (blinder szek).

Przykłady, do jakiego stopnia może się zmienić i zbie-

dnieć bogaty materyał skalisty, podają analizy skał i produktów ich zwietrzenia.

W każdym razie przy określaniu wartości ziemi, należy zwracać baczną uwagę na stopień zwietrzenia jej cząstek; cząstki te bowiem, podczas rozkładu, udzielają roślinom pożywnych substancyi, co jest niemożliwe, skoro ulegną całkowitemu zwietrzeniu i połączonemu z tem wypłukaniu składników.

Wreszcie trzecią ważną okolicznością zewnętrzną, mającą wpływ na naturę i ilość powierzchownych produktów zwietrzenia, jest wzajemny stosunek sił i czynników zewnętrznych. Jeżeli powierzchnia skały (rozumiemy tu jakikolwiek utwór geologiczny, chociażby nawet glinę lodowcową) posiada niezbyt znaczny spadek, wówczas woda nie spływa szybko, a zatrzymując się, częścią wsiąka, a częścią paruje. Głównie działają tu wody wsiąkające.

Zmieniony i rozluźniony pierwotny materyał skały, tworzy na powierzchni zwietrzałą warstwę, w której roślinność wegetuje łatwiej, aniżeli na pierwotnej skale. Górna część tej warstwy jest zwykle ciemniejsza, ponieważ zawiera szczątki roślin zamienione w próchnicę i nosi z powodu swego użytku rolniczego techniczne miano *gleby;* jaśniejszą warstwę, bezpośrednio pod nią leżącą znamy jako *podglebie*. *Podłożem* wreszcie nazywamy warstwy głębsze aż do 2 metrów, to jest do głębokości, w której zmiana natury warstwy oddziaływa jeszcze na własności gleby i podglebia. Różnice w naturze warstw występują zwykle dopiero w podłożu, a gleba różni się od podglebia prawie jedynie zawartością próchnicy. Gleby *pierwotne* są utworzone z rozwietrzałej miejscowej skały. W tym wypadku znajdujemy w podłożu niezmienioną jeszcze skałę macierzystą. Taką zwietrzałą i wyługowaną powłokę, leżącą na macierzystej skale, nazwano *eluvium*, siły zaś działające w postaci wsiąkającej wody, siłami eluwialnemi czyli wypłukującemi.

Zawsze jednak część opadów spływa z powierzchni

skały, unosząc produkty zwietrzenia. W okolicach górskich na mocnych spadkach, spłukiwanie produktów zwietrzenia skały macierzystej jest bardzo silne i niedopuszcza do wytworzenia grubszej warstwy gleby. Będzie to grunt skalisty, nie zasługujący nieraz na miano gleby. Przy słabszem spłukiwaniu utworzą się gleby przejściowe, gdzie zdołała się utrzymać cieńsza lub grubsza, rozluźniona zwietrzała warstwa. Silniejsze więc lub słabsze spłukiwanie zależy przedewszystkiem od wielkości spadku; zatem grunty skaliste i różne ich odmiany przejściowe znajdziemy przeważnie w okolicach górskich, będą to gleby płytkie, najmniej odpowiednie do uprawy. Im więcej będziemy się zbliżać do równin, napotkamy gleby jeszcze pierwotne, ale już głębsze, wskutek słabszego spłukiwania. Wreszcie w dolinach i nizinach rzecznych, wody osadzają prawie wszystkie spłukane z gór produkty zwietrzenia i rozkruszenia; w ten sposób powstają ziemie *alluwialne* czyli *napływowe*. Przy opisie gleb danej okolicy powinien być przedewszystkiem uwzględniony podział gruntów na trzy wspomniane działy, mianowicie: *gleby płytkie, skaliste*, charakterystyczne dla okolic górskich, dalej ziemie *głębsze, wyżynne*, charakterystyczne dla płaszczyzn i okolic pagórkowatych, a wreszcie grunty *napływowe, nizinne*, charakteryzujące doliny.

Podział taki, jakkolwiek w zasadzie bardzo prosty, przedstawia pewne trudności w praktycznem zastosowaniu. Należy bowiem ściśle odróżnić dwa odrębne pojęcia, najprzód skałę w jej składzie pierwotnym, a następnie produkt powstający przez jej zwietrzenie. W mowie potocznej przywykliśmy przywiązywać do wyrażenia «skała» pojęcie czegoś twardego. W naukowem jednak znaczeniu każdy *niezmieniony* utwór ziemny nazywamy skałą, równie dobrze granit i wapień, jak pierwotne, niezwietrzałe margle, gliny i piaski. Tak więc nazwiemy skałą opokę czyli marglowaty wapień z epoki kredowej w przeciwstawieniu do rędziny, która jest jej zwietrzałą skorupą; nazwiemy także skałą marglowatą glinę pochodzenia lodowcowego

w przeciwstawieniu do ziemi piasczysto-gliniastej, wytworzonej z tej gliny przez zwietrzenie. Osady piasczyste jasno-żółtej barwy, zawierające wapno, a powstałe w peryodzie między-lodowcowym, musimy również nazwać skałą w przeciwieństwie do zwietrzałej warstwy wierzchniej, która jest nieco więcej czerwona i bezwapienna.

Unikać także należy pomieszania geologicznej nazwy skał osadowych z glebami napływowemi. Pojęcia te są zupełnie różne; skały osadowe mogą tworzyć gleby pierwotne, jeżeli silne spłukiwanie nie staje temu na przeszkodzie.

Dla geologa głównym przedmiotem badań są skały w ich pierwotnej niezmienionej postaci. Dla rolnika przeciwnie, główne znaczenie ma badanie produktów zwietrzenia, z nich bowiem utworzona jest gleba; badanie skały macierzystej może obchodzić rolnika w tych tylko wypadkach, jeżeli ona wywiera wpływ na właściwości gleby. Stąd mapa *geologiczna* przedstawia powierzchnię ziemi, jakby po zdjęciu z niej luźnych rozwietrzałych warstw wierzchnich. Najczęściej na powierzchni ziemi nie spotykamy utworów, oznaczonych na mapie geologicznej, ponieważ leżą one nieraz głęboko pod produktami zwietrzenia i naniesienia.

Mapa *geologiczno-rolnicza* uwzględnia przedewszystkiem wierzchnie, zwietrzałe warstwy, pierwotnie zaś skały podłoża o tyle tylko, o ile wpływają na naturę i właściwości warstwy rodzajnej.

Najmłodszymi utworami ziemnymi, które nabyły charakteru skalistego, są u nas osady lodowcowe, w nich bowiem wyraźnie już możemy odróżnić pierwotną skałę od zwietrzałej skorupy. Dlatego też, jak już raz wspomnieliśmy, nazwiemy skałami wszelkie osady epoki lodowcowej, pokrywające prawie całkowicie naszą płaszczyznę: a więc marglowatą, niewarstwowaną, zwałową glinę (Geschiebelehm), osady warstwowane, tak piasczyste jak i gliniaste, lub iłowate, wreszcie glinkę lössową. Gleb

wszakże z nich powstałych nie będziemy mogli uważać za napływowe lub naniesione, będą to, jak je nazywaliśmy, gleby pierwotne, o ile jeszcze leżą w miejscu swego powstania.

W ścisłem pojęciu, grunty napływowe albo naniesione, nie tworzą powierzchni naszego kraju, znajdujemy je zaś dopiero w dolinach i nizinach rzecznych.

Epoka lodowcowa jest u nas terminem, od którego poczęły się na nowo tworzyć gleby, to jest te, które obecnie widzimy, i z których użytkujemy. Poprzednio bowiem rozluźnione powierzchowne warstwy, albo zostały pokryte nowymi osadami epoki lodowcowej, albo też, co przeważnie miało miejsce, musiały być zniesione przez posuwające się po nich lodowce. Nasze rędziny nie zostały pokryte, lecz przedstawiają się tak, jakby wietrzenie tworzącej je skały niedawno się rozpoczęło, a to z powodu, że dawniejsza, zwietrzała skorupa przedlodowcowa, została zniesiona przez lodowce; rędziny wyglądają więc jakby odmłodzone, w porównaniu z glebą tego samego pochodzenia gdzieindziej, gdzie najścia lodowców nie było; napotykamy tam nieraz chude i zupełnie bezwapienne gliny, będące jednak produktem wyższego stadyum zwietrzenia skał wapiennych, aniżeli nasza rędzina. Materyały pochodzące ze zniesienia tej dawnej przedlodowcowej skorupy, albo uległy spławieniu do morza, albo przyłączyły się do materyału północnego, dla utworzenia osadów lodowcowych.

Ostatnim niejako aktem zjawiska lodowców były wielkie wody, utworzone z ich roztopienia w peryodzie ich niknięcia. Po tych wodach pozostały wyraźne ślady działalności, przejawiające się na obszernych nizinach albo przez zebranie warstw najwyższych, przez co utworzyły się obszerne koryta, albo też przez pozostawienie osadów najczęściej piaszczystych, zwykle poziomych, tworzących dno koryt dla wielkich dawnych wód. Otóż te, obecnie nadbrzeżne osady, które i u nas często widzimy

w pobliżu wielkich rzek, są ostatnimi, to jest najmłodszymi osadami, które zaliczyć wypada do epoki dyluwialnej. Dopiero osady, utworzone przy samych korytach rzek późniejszych, takich, jakie mniej więcej dzisiaj widzimy, możemy zaliczyć do gruntów naniesionych, albo nizinnych, zwanych aluwialnymi.

ROZDZIAŁ II.

Wietrzenie osadów lodowcowych i lössu.

Z kolei musimy poznać więcej szczegółowo wpływy wewnętrzne procesu wietrzenia tych mianowicie utworów geologicznych, z których powstały nasze grunty, w okolicznościach odpowiednich naszym warunkom klimatycznym. Weźmiemy zatem pod uwagę gliny i piaski lodowcowe, tudzież löss i osady wapienne, tworzące naszą rędzinę.

Glina lodowcowa, w niezmienionym swym stanie pierwotnym, to jest taka, jaką osadził lodowiec, stanowiła masę gliniastą, marglowatą, nieuwarstwowaną, w całej grubości mniej lub więcej jednolitą. Jak wiemy, powstała ona przeważnie z roztarcia północnych skał krystalicznych, z dodatkiem jednak osadowych, składając się z cząstek rozmaitej wielkości: kamyków, piasku i miału. Ten ostatni w potocznej mowie nazywamy zwykle gliną, chociaż zawiera on jedynie pewną część prawdziwej gliny. pozostałość zaś jest miałem szlamistym, nie gliniastym. Wiemy także, że na utworzenie tych niewarstwowanych glin złożyły się lodowce, występujące podczas dwóch peryodów zlodowacenia; niżej położoną i utworzoną wcześniej, nazywamy gliną dolną, później zaś uformowaną — gliną górną. Te dwa pokłady są zwykle między sobą rozdzielone osadem przeważnie piaszczystym, ale uwarstwowanym, utworzonym z wód, w peryodzie między-lodowcowym. Górna glina różni się głównie od dolnej swem poło-

żeniem geologicznem; są wprawdzie także niektóre cechy zewnętrzne, po których je można odróżnić, a mianowicie górna jest zazwyczaj barwy żółtawej, podczas gdy dolna ma zabarwienie ciemne, szaro-brunatne lub zielonkowate. Wprawdzie i dolna glina może być żółtawą, ale górna nie bywa nigdy szarą ani brunatną. Glina górna bywa nieraz więcej piaszczystą i uboższą w węglan wapniowy, zresztą skład pierwotny obu jest bardzo zbliżony; jedna i druga jest niewarstwowana, charakteryzują je prostopadle odpadające przy wysychaniu ostro kanciaste, pryzmatyczne odłamki.

Pod wpływem czynników zewnętrznych, natura ich powierzchni uległa zupełnej zmianie i obecnie tych margli gliniastych nigdzie nie napotykamy na powierzchni ziemi w ich stanie pierwotnym, tylko jako produkty mniej lub więcej silnego zwietrzenia. Nadto z warstwy jednolitej powstało pozornie kilka warstw, będących właściwie różnymi tylko stopniami rozkładu masy pierwotnej. Przyczyną tego rozkładu były wody atmosferyczne, które tem silniej działały, im obficiej mogły wsiąkać, siła więc zwietrzenia zależała od pochyłości powierzchni, od ścisłości pierwotnego materyału i od grubości warstwy, czyli głębokości przepuszczalnego, piaszczystego podłoża. Mróz potęgował działanie wody, wywierając wpływ rozkruszający, mechaniczny, na cząstki warstwy.

Jednocześnie rozpoczęło się i działanie chemiczne; byłoby ono bardzo słabe, gdyby woda deszczowa była zupełnie czystą, zawiera ona jednak rozpuszczony tlen i kwas węglowy (w 1 litrze znajduje się 25 kub. centym. gazu, a w tym 30% tlenu i 2,4% kwasu węglowego). Pierwszym więc składnikiem tej marglowatej gliny, który zaczął najłatwiej ulegać rozpuszczeniu i uprowadzeniu, był węglan wapniowy, jako rozpuszczalny w wodzie, zawierającej kwas węglowy. Badania wykazały, że jeżeli przy średnim opadzie deszczowym (jak u nas 600 mm. rocznie) wsiąka tylko $^1/_5$ część wody, jest ona w stanie rozpuścić i uprowadzić rocznie z 1 hektara ziemi 235 kg. węglanu

wapniowego. Praktyka i analizy wód drenowych najzupełniej to stwierdzają. Tak n. p. przy obfitem nawożeniu może ubywać do 500 kg. węglanu wapniowego z 1 hektara. Deszcz zatem, w przeciągu 17 lat, może wypłukać z 8-calowej (20 cm.) warstwy ornej doszczętnie 0,1% węglanu wapniowego. Jest to ubytek bardzo szybki, a ponieważ te gliny marglowate zawierały pierwotnie 10% wapna, więc wapno to mogło być całkowicie wyługowane z 8-calowej warstwy w przeciągu 1700 lat. Wraz z ubywaniem węglanu wapniowego, zwiększyła się porowatość ziemi, a wskutek tego powietrze i woda znalazły ułatwiony dostęp; lecz woda deszczowa, zawierająca kwas węglowy, zaczęła jednocześnie działać i na krzemiany w okruchach skał krystalicznych, a krzemiany te z niejednakową łatwością ulegają rozkładowi, zależnie od swego składu chemicznego. Krzemiany, złożone z krzemianu glinowego i alkaliów (albit, oligoklaz, adular) najtrudniej się rozkładają; zawierające zaś, oprócz alkaliów, ziemie alkaliczne — magn i wapń — ulegają rozkładowi łatwiej; najłatwiej zaś te, które oprócz krzemianu glinowego, zawierają głównie tlenek wapniowy (labrador, anortit).

Wogóle im więcej krzemian zawiera żelaza lub tlenku wapniowego, tem łatwiej ulega rozkładowi; ten ostatni zwłaszcza składnik jest głównym pośrednikiem, ułatwiającym wietrzenie, ale też i najszybciej zostaje z krzemianów wylugowany. Związki żelaza, zawarte w krzemianach zamieniają się na węglany, lecz pod wpływem tlenu, rozpuszczonego w wodzie, tudzież powietrza, utleniają się wyżej, tworząc tlenki żelaza, które nadają całej zwietrzalej warstwie zabarwienie ciemniejsze, rude. Tlenek żelaza nie łączy się z kwasem węglowym i nie ulega, jak węglan wapniowy, rozpuszczeniu przez wody atmosferyczne; do tego są niezbędne pewne okoliczności, które poznamy później.

W sposób powyższy, na pierwotnej, marglowatej glinie, powstanie zwietrzała warstwa barwy czerwonej, oddzielona ostrą, zygzakowatą linią. Będzie się ona tem róż-

nić od macierzystej skały, że przedewszystkiem węglan wapniowy został z niej całkowicie wyługowany, wskutek czego procentowa ilość gliny podniosła się; następnie krzemiany uległy w części rozkładowi, a związki żelaza utleniły się wyżej, tworząc połączenia żelazowe i nadając całej warstwie ciemniejsze zabarwienie. Wszystkie te przeobrażenia uczyniły warstwę mniej ścislą.

Jest to *pierwsze stadyum wietrzenia* marglowej gliny lodowcowej.

Ułatwione wsiąkanie wody wskutek wyżej wspomnianego rozluźnienia, zacznie się teraz ujawniać, jako działanie mechaniczne, szlamujące. Skoro zwietrzenie, o którem była mowa, postąpi głębiej, od powierzchni zaczyna się tworzyć nowa, jaśniejsza warstwa; powstaje ona w ten sposób, że część gliny (miału), a wraz z nią i żelaza, zostaje uprowadzona przez wsiąkającą wodę do warstw głębszych. Nowa, tym sposobem powstała warstwa, będzie zatem więcej piasczystą, zawierającą mniej miału, resp. gliny, mniej żelaza (wskutek tego zabarwienie jest jaśniejsze), a także mniej alkaliów, które się w niej znajdować będą w stanie już trudniej rozpuszczalnym.

Przy *drugiem stadyum* wietrzenia, głównym czynnikiem jest szlamujące działanie wody. Wysoko utlenione związki żelaza są tu jedynie mechanicznie uniesione z gliną, jako z nią ściśle spojone; alkalia znajdujące się w miale, również tą drogą dostają się do podłoża. Ta druga warstwa (albo trzecia, uważając, jako pierwszą, nierozłożony margiel) jest od poprzedniej, ciemnej, gliniastej, będącej produktem pierwszego stadyum zwietrzenia, oddzielona również wyraźną zygzakowatą linią (w profilu). Warstwa gliniasta, leżąca na niezwietrzałym marglu, nie bywa zazwyczaj grubszą nad 30 do 60 cm.; nad nią leżąca, jaśniejsza, piasczysta glina może posiadać najrozmaitszą grubość, w miarę siły zwietrzenia.

Procesowi temu może ulegać zarówno dolna jak i górna glina.

Jako bardzo charakterystyczny przykład zwietrzenia

dolnej gliny lodowcowej, podamy tu następujący opis tego procesu, obserwowany na gruntach, na których leży Lipsk.

Prawie całe to miasto posiada podłoże z dolnej, marglowej gliny lodowcowej (podobnie jak i Warszawa). Ta piasczysta, a w części i wapienna glina, z okruchami skał północnych, tworzy tu na całej przestrzeni warstwę ciągłą, ale bardzo zmienną w swej grubości, która wynosi od 0,3 do 8 metrów; warstwa ta leży na piasku i im jest cieńszą, tem silniej działały na nią wody atmosferyczne, rozkładając ją i ługując; pierwotny zatem margiel uległ zwietrzeniu w rozmaitym stopniu. I tak, najpłytsza glina w Neurednitz przedstawia obecnie zupełnie inne własności, w porównaniu z gliną, znajdującą się około bawarskiego dworca kolejowego, gdzie przy grubości 6 do 8 m. napotykamy w głębi jeszcze świeży, nierozwietrzały margiel w stanie pierwotnym. Tutaj głębiej glina jest czarnoszara, szaro-niebieska, albo zielono-szara, bez śladu warstwowania, gliniasta, bardzo zwięzła, ścisła i bogata w węglan wapniowy, którego zawiera 8 do 12%; jest to zatem świeża, niezmieniona, przez wpływy atmosferyczne nietknięta skała. Wyżej, a mianowicie 2 do 2,5 metrów od powierzchni, znać już działanie wód, a to przedewszystkiem po tem, że glina utraciła w zupełności swoją zawartość wapna i, zamiast szarej lub zielonkowatej, przybrała barwę brunatną. Wreszcie, w warstwie powierzchownej, grubej na $1/2$ metra, glina stała się kruchą, żółto-brunatną, mocno piasczystą. Zupełnie odmienne zjawisko widzimy tam, gdzie grubość gliny nie przenosi 0,5 do 1 metra. Tutaj zwietrzenie jest całkowite tak, że i mił (glina) uległ w znacznej mierze wyszlamowaniu; opisany wyżej zwięzły, szary, gliniasty margiel, znajdujący się około dworca bawarskiego, przedstawia się tu jako cienka warstwa glinkowatego piasku, jasno-brunatnej barwy.

Z powyższego widzimy, że z jednolitej, pierwotnej warstwy, utworzyć się może przez zwietrzenie parę warstw odmiennej natury. Momentami decydującymi o stopniu

zwietrzenia jest natura warstwy pierwotnej, a także jej grubość, t. j. głębokość przepuszczalnego podłoża. Już w r. 1815 Thaer («Geschichte meiner Wirtshchaft zu Möglin») pisał: «Przy kupnie pomyliłem się w szacunku ziemi dobrej; z praktyki nie znalem możności tak szybkich zmian w naturze gleby». Było to skutkiem szybko zmieniającego się podłoża, którego nie znając, niepodobna doraźnie oznaczyć wartości ziemi. Rolnik powinien znać naturę ziemi aż do dwóch metrów głębokości, ponieważ na tej głębokości podłoża, zmiana natury warstwy może jeszcze oddziaływać na glebę i podglebie, i wyjaśnia na powierzchni widoczne różnice gleby.

Procesowi wietrzenia może ulegać zarówno dolna jak i górna glina. Glina dolna, w pierwotnym swym stanie zwykle zwięźlejsza, a często bogatsza w węglan wapniowy, mniej silnie ulega zwietrzeniu, tembardziej, że po większej części warstwa jej jest grubszą, aniżeli górnej gliny; oprócz tego leży ona na warstwowanych osadach przedlodowcowych, w których oprócz piasków, znajdujemy warstwy gliny i ilu, tworzące podłoże trudniej przepuszczalne. Znajdując się przytem w położeniu niższem, gdzie poziom wód zaskórnych jest bliżej powierzchni, nie daje wodom sposobności do szybkiego w nią wsiąkania. Glina górna zaś jest ze wszechmiar wystawioną na łatwiejsze zwietrzenie, jest ona z natury więcej piaszczystą, w wapno uboższą, a cieńsza stosunkowo jej warstwa leży na warstwowanych, przeważnie piaszczystych osadach peryodu międzylodowcowego, tworzących podłoże łatwo przepuszczalne; nadto znajduje się ona wobec poziomu głębokich wód zaskórnych, w położeniu znacznie wyższem od gliny dolnej, skutkiem czego wody szybciej wsiąkają, a nawet i siły denudacyjne przyczyniają się do zmniejszenia grubości warstw.

Wspomnieliśmy wyżej, że linie odgraniczające pomiędzy sobą pojedyncze warstwy różnych stadyów zwietrzenia, są zygzakowate; zależy to jednak od jednolitości warstwy: im więcej warstwa jest jednostajną w swym skła-

dzie, tem wsiąkanie i wietrzenie jest równiejsze, a linie rozgraniczające mniej są zygzakowate, a więcej równoległe do powierzchni ziemi.

Obecność wszystkich warstw, uformowanych przez wietrzenie, zależy naturalnie od siły zwietrzenia i od głębokości przepuszczalnego podłoża. Tak n. p. pierwotna, 2 metry gruba warstwa marglowatej gliny, leżąca na piasku, może już posiadać na samym spodzie tylko 20 cm. grubą warstewkę niezmienionego marglu; wyżej będzie, przypuśćmy, 40 cm. czerwonej gliny, a wreszcie do samej powierzchni warstwa owa składać się będzie z piasczysto-gliniastej ziemi. W warstwie tej może także brakować ciągłego marglowatego podłoża, które znajduje się tylko w pojedynczych punktach, tworząc gniazda; wreszcie i te gniazda, a nawet czerwona, gliniasta warstwa, mogą zniknąć i pozostanie jedynie na całej głębokości jednostajna warstwa piasczysto-gliniasta, będąca produktem drugiego stadyum zwietrzenia. Okoliczności te poznamy bliżej w dalszym ciągu, przy szczegółowym opisie typowych gatunków gleby.

Czynność wód wsiąkających nie kończy się jeszcze na drugiem stadyum wietrzenia, chociaż nasze grunty są często tylko do tego stanu doprowadzone.

Dopóki węglan wapniowy znajduje się w ziemi, chroni on pozostałe składniki od wyługowania, pierwszy bowiem poddaje się rozpuszczającemu działaniu kwasu węglowego, a powstające ewentualnie kwasy humusowe neutralizuje, czyni nierozpuszczalnymi i przyspiesza zamianę ich na kwas węglowy. W obecności jego utlenienie jest utrudnione, wskutek czego wysoko utlenione związki, jak tlenek żelaza, są zabezpieczone od rozpuszczenia.

Warunki te jednak nie trwają zawsze; przychodzą okoliczności, które mogą spowodować wyługowanie żelaza, czy to w obecności gliny, czy też bez niej. Tu oddziaływa humifikacya, t. j. wpływ substancyi organicznej, przyczem jednak niezbędnym warunkiem jest brak w roli węglanu wapniowego. Teraz rozpoczyna się drugi peryod wietrzenia,

częstokroć silniejszego, aniżeli to miało miejsce poprzednio, a jedynie zasadniczo różniący się od pierwszego brakiem w ziemi węglanu wapna, co jednak powoduje następujące odmienne zjawiska.

Przedewszystkiem mogą się teraz tworzyć roztwory żelaza, przez redukcyę jego nierozpuszczalnych tlenków, pod działaniem substancyi organicznej, która utleniając się przytem, udziela kwasu węglowego, potrzebnego do rozpuszczenia żelaza. Następnie, przy rozkładzie substancyi organicznej, tworzą się rozpuszczalne w wodzie kwasy humusowe, jako sole amoniakalne i alkaliczne, które działając na związki żelaza, mogą również składnik ten rozpuścić i w zupełności wyługować go z gliny. Podobnie, jak związki żelaza, wchodzą tu także w podłoże i sole alkaliczne, oraz fosforany, uwolnione z krzemianów silnem rozkładającem działaniem kwasów humusowych. Odbywa się to tem łatwiej, że najprzód, przy braku wapna, dalej z ubywającą ilością żelaza, a wreszcie wobec tworzących się tu kwasów, własności absorbcyjne gliny słabną. Nawet wobec szybkości rozkładania się w tym razie składników, szlachetniejsze rośliny gospodarskie użytkować z nich nie mogą, podglebie bowiem takiej ziemi zawiera mało tlenu, dużo kwasów i dużo rozpuszczonych związków żelaza, w warstwę zaś taką korzenie wrastać nie będą. W rezultacie, ziemia, będąca w tym stanie wietrzenia, niewidocznie a bezużytecznie i szybko traci swe mineralne zapasy, dążąc pospiesznie do zupełnego zubożenia. Jako ostateczny produkt, powstają chude, białe piaski lub gliny; ziemi takich znamy najwięcej z epoki węgla kamiennego, a także z formacyi węgla brunatnego.

Jak widzieliśmy, w tym drugim peryodzie wietrzenia główną rolę odgrywa udział substancyi organicznej. Rzecz prosta, że to wietrzenie postępuje najszybciej tam, gdzie albo sztucznie powiększamy ilość próchnicy, albo gdzie tworzeniu się tejże sprzyjają same naturalne warunki wilgotności. Nie ulega wątpliwości, że powyżej opisane reakcye chemiczne odbywają się przy dalszem wietrzeniu

w ziemiach więcej spoistych, dostatnio wilgotnych, wówczas, kiedy takowe doszły do bezwapienności. Przyznać jednak należy, że nauka przedstawia wielkie braki w tym względzie. W całym szeregu przeobrażeń, którym rola podlega wobec nieuniknionego procesu wietrzenia, dokładniej znane są jedynie początkowe ogniwa, t. j. zjawiska pierwszego peryodu i sam tylko koniec drugiego, to jest ostateczny rezultat zwietrzenia, który opiszemy przy wietrzeniu piasków. Co się tyczy ziemi już bezwapiennych, ale jeszcze zasobnych w składniki mineralne i wstępujących w drugi peryod, badań ściślejszych nie posiadamy. Prawie wszystkie doświadczenia nad siłą absorbcyjną dotyczą ziem urodzajnych, oddziaływających alkalicznie lub neutralnie, mamy jednak małą tylko ilość doświadczeń, z których możnaby było wyprowadzać wnioski, tyczące się gruntów bezwapiennych, kwaśnych. Wszystkie badania wód gruntowych, uprowadzających składniki ropuszczalne w podłoże, czyli tak zwane analizy lisymetryczne, miały również na uwadze tylko ziemie zawierające wapno. Nikt nie badał, co odpływa w ziemiach bezwapiennych, skutkiem czego tylko drogą bezpośrednią można w tym przedmiocie wyprowadzić wnioski, badając osady formujące się przy wietrzeniu gruntów piasczystych. W natężeniu i kierunku tych reakcyi, ważny także wpływ wywierać musi pora roku; tymczasem napróżno szukalibyśmy w nauce odpowiedzi na pytanie: jak się zachowują, przy wietrzeniu swych cząstek, różne gleby w rozmaitych porach roku?

Na początku tego rozdziału widzieliśmy, jak silnie oddziaływa klimat, a więc temperatura, na naturę produktów zwietrzenia nawet jednej i tej samej skały macierzystej. Można twierdzić, że reakcye, polegające na słabem utlenieniu, t. j. tworzeniu się kwasów humusowych i zjawiska redukcyi występują silniej w porze zimnej; w porze zaś gorącej reakcye te zostają osłabione przez szybsze utlenianie się związków i cały proces wietrzenia zbliża się wówczas do procesu opisanego przy pierwszym

peryodzie, gdy kwas węglowy grał rolę główną. Mówiąc po gospodarsku, role zakwaszone i odtlenione — dobrzeją.

Głównym celem całej mechanicznej uprawy, jest pomaganie ziemi przy wietrzeniu jej składników w ten sposób, ażeby one mogły być spożytkowane przez rośliny. Dopóki nie będziemy znać dokładnie procesów chemicznych przy wietrzeniu ziemi i okoliczności na nie wpływających, dopóty zasady uprawy mechanicznej nie będą dostatecznie jasne, jako oparte na empiryi, nieświadomej podstaw swych czynności, dopóty nie będziemy też dobrze rozumieć, jakimi środkami można najskuteczniej pomagać celom uprawy mechanicznej.

Podobnie jak gliny, przechodzą i *piaski* zbliżony proces wietrzenia, z tą tylko różnicą, że szybciej mu podlegają, a to dlatego, że przedewszystkiem wobec łatwej ich przepuszczalności, więcej wody przez nie przesiąka; następnie, że ilość wietrzejącego materyału jest tu o wiele mniejszą, główną ich bowiem zawartość stanowią ziarnka kwarcu, nieulegające zmianie. Od wietrzenia broni je wprawdzie grubość ziarnek, skutkiem czego mała tylko powierzchnia jest wystawiona na wpływy zewnętrzne; dalej, piaski znajdują się często w stanie suchym, więc chemiczne czynniki słabną lub przestają działać, wreszcie zwykle w nich ubóstwo substancyi organicznej staje się powodem, że ilość działającego kwasu: węglowego i kwasów humusowych jest tu o wiele mniejszą, aniżeli w rolach gliniastych. Pomimo to w naturze piaski te widzimy zwietrzałe aż do 10 metrów głębokości, bez porównania więc głębiej, aniżeli gliny.

Piaski dyluwialne (lodowcowe) w swym stanie pierwotnym, składają się nietylko z ziarnek kwarcu, nieulegających rozkładowi, ale także z cząstek wietrzejących krzemianów, pomiędzy którymi najważniejsze miejsce zajmują odmiany feldspatu; oprócz tego odznaczają się one nie wysoką wprawdzie 1—2%, lecz słabą zawartością węglanu wapniowego. Przy procesie wietrzenia, składnik ten pierwszy zostaje uprowadzony przez wsiąkające wody atmo-

sferyczne, które w dalszym ciągu powodują rozkład krzemianów. Przy tym ostatnim procesie powstaje mała ilość gliny, która zależnie od ilości rozłożonych krzemianów, może utworzyć na luźnej i pierwotnej warstwie, mniej lub więcej spoistą, glinkowatą powierzchnię. Nadto, związki żelaza, uwolnione z krzemianów, utleniają się wyżej, zabarwiając piasek na żółto lub czerwono i przyczyniając się, wraz z utworzoną gliną, do nadania piaskowi większej spoistości, powiększając przytem swą substancyą ilość miału, utworzonego drogą chemiczną. Miał ten w piaskach uprawnych lub pokrytych roślinnością, trzyma się powierzchni; w piaskach jednak nieuprawnych, o powierzchni obnażonej, jest narażony na zagładę; wiatry mogą go wydmuchać i znowu utworzyć luźną grubo-ziarnistą powierzchnię, wsiąkające zaś wody mogą go wyszlamować, tworząc w piasczystem podlebiu podrzędne warstewki czerwonej, żelazistej gliny.

Oto są koleje, jakie przechodzą przy wietrzeniu suche piaski; doszedłszy zaś do tego stadyum zwietrzenia, z trudnością ulegają mu dalej i to tembardziej, że przy wyżej opisanym procesie chemicznym wietrzenia, uwalniające się związki żelaza pokrywają zwykle cienką powłoczką pojedyńcze ziarnka mineralne piasku, a utleniwszy się, zabezpieczają je od dalszego rozkładu. Ziemie zwięźlejsze, gliniaste, a więc z natury wilgotniejsze, jak to widzieliśmy poprzednio, ulegają bezwzględnie dalszemu rozkładowi; tu zaś na dalszy przebieg wietrzenia piasków wpływ decydujący wywierają warunki zewnętrzne. W żadnej glebie sposób użytkowania jej nie odbija się tak silnie w przebiegu wietrzenia i wobec małej ilości składników wietrzejących tak stosunkowo jasno się nie charakteryzuje, jak w glebach piasczystych.

Do dalszego pobudzenia wietrzenia, opisanego przy drugim peryodzie, niezbędną jest substancya organiczna, ta zaś w piaskach niezawsze znajduje warunki bytu. Na piaskach wilgotnych lub chociażby nawet suchych, ale pokrytych dziką wegetacyą, gromadząca się próchnica

coraz więcej utrudnia dostęp powietrza w głąb ziemi, a tworzące się kwasy humusowe rozkładają silne krzemiany, uwalniając tym sposobem alkalia i kwas fosforowy; podobnież zostają rozpuszczone związki żelaza. Pod próchnicą tworzy się warstwa białego piasku, wyługowanego ze składników mineralnych, które wraz z wodą przesiąkają w podglebie, gdzie mogą uledz następującym kolejom.

Najprzód podglebie, przy znacznie utrudnionym dostępie tlenu, staje się warstwą redukującą (odtleniającą) i skutkiem tego mało użyteczną dla korzeni, które nie mogą czerpać pożywienia w nią przesiąkajacego; rozpuszczone zaś składniki uchodzą bezużytecznie z wodami zaskórnemi i utleniają się dopiero znacznie dalej, osadzadzając w dolinach (gdzie się spotykają z powietrzem) pokłady żelaza łąkowego, a także wiwianitu t. j. związku kwasu fosforowego z żelazem, o charakterystycznej, niebieskiej barwie. Ten wypadek zdarza się w ziemiach zwięźlejszych.

Następnie zdarzyć się może, iż przy częściowym dostępie tlenu do podglebia, formują się pojedyncze konkrecye (nagromadzenia) żelaza, powstałe przez utlenienie jego rozpuszczalnych związków. Widzi się to najczęściej naokoło korzeni roślin, które taka powłoka zabija; takie rurki z piasku, zlepionego żelazistym cementem, często napotkać można w nizko położonych piaskach.

Wreszcie w pewnych okolicznościach, zwłaszcza gdy piasek ulega peryodycznemu, głębszemu wysychaniu, z rozpuszczonych związków może się utworzyć w podglebiu jednostajna, twarda, żelazista warstwa, zupełnie nieprzenikliwa dla korzeni roślin; Niemcy nazyają ją «Ortstein», Francuzi — «alios»; wydobyta na powierzchnię, rozsypuje się ona na czerwony piasek.

Widzimy stąd, że przy wietrzeniu piasków w ich naturalnym stanie, procesy chemiczne mogą przybrać również kierunek szkodliwy dla roślinności.

Zastanawiając się teraz *z punktu widzenia rolniczego*

nad całym przebiegiem wietrzenia, dojdziemy do następujących wniosków:

Pomijając wpływy innych czynników (ciepła, wilgotności i t. p.), możemy twierdzić, że tem pomyślniejszych plonów wypada się spodziewać, im szybciej udzieli roślinom składników użytecznych ziemia, wskutek wietrzenia jej cząstek. Tym sposobem cała nasza produkcya opiera się w pierwszym rzędzie na zjawiskach, występujących przy wietrzeniu gleby. Wietrzenie to pobudzamy zapomocą uprawy mechanicznej i melioracyi, o ile zaś tą drogą uzyskane dla roślin pożywienie nie wystarcza dla otrzymania pożądanych plonów, dopełniamy resztę nawozami.

Widzieliśmy wyżej, że najważniejszym i nieodzownym czynnikiem rozkładu mineralnych cząstek ziemi, jest kwas węglowy. Wietrzenie byłoby bardzo powolne, gdyby się ograniczało na tej ilości kwasu węglowego, jaką zawierają same wody atmosferyczne; nawet pomoc uprawy mechanicznej niewieleby tu pomogła, gdyby nie była poparta udziałem rozkładającej się próchnicy, która zbogaca wsiąkające wody znaczną ilością kwasu węglowego. Atmosfera gruntów, w których znajduje się rozkładająca się próchnica, zawiera kilkadziesiąt razy więcej kwasu węglowego, aniżeli otaczające powietrze. Próchnica jest też najsilniejszym środkiem pobudzającym wietrzenie; podnosi niezbędną przy tem wilgotność roli, dostarcza kwasu węglowego i kwasów humusowych (wreszcie ona jedna tylko jest w stanie doprowadzić nierozpuszczalne tlenki żelaza do stanu rozpuszczalnego). Wpływ jej jest szczególniej ważny i jasno się uwydatnia wobec warunków utrudnionego wietrzenia, jakie przedstawiają piaski, z których specyalne piaski dyluwialne są nieraz zasobne w substancye dla roślin użyteczne i mogłyby się stać urodzajnymi, gdyby nie trudna przyswajalność cząstek ich składników. Należy jednak mieć pilnie na uwadze, aby przy pobudzającem wietrzenie działaniu próchnicy, oprócz związków użytecznych, nie tworzyły się jednocześnie i szkodliwe dla ro-

ślinności i wogóle, aby cały proces wietrzenia odbywał się w kierunku dla plonów korzystnym.

W pierwszym peryodzie wietrzenia, jeszcze wobec węglanu wapniowego, przy rozkładzie substancyi organicznej, tworzą się związki amoniakalne, ale szybko zamieniają się na azotany; oprócz tego wydziela się kwas węglowy, który, jak wiadomo, powoduje chemiczny rozkład cząstek ziemi. Wogóle powstające tu nowe związki, nawet w podglebiu, znajdują się w stanie dostatecznie utlenionym. Szlachetniejsze rośliny gospodarskie, jak koniczyna, buraki, pszenica, mogą w tym razie głęboko zapuścić korzenie, nie natrafiają bowiem w podglebiu ani na warstwę w tlen ubogą, ani na związki nieutlenione, tlenu pożądające, które to okoliczności nie byłyby przyjazne dla ich rozrostu. Rozpuszczalne składniki pożywienia, powstające przy wietrzeniu, zostają spożytkowane przez rośliny z grubej warstwy ziemi, co uwydatnia ich wysoki plon. Tutaj, nawet na glebach ścisłych i bogatych w szczątki organiczne, zupełnie wystarcza uprawa mechaniczna, ułatwiająca utlenienie próchnicy, stanowiąca zatem środek zapobiegawczy przeciw ewentualnemu tworzeniu się kwasów humusowych lub zjawisk redukcyjnych.

Gdy jednak wietrzenie tej samej ziemi tak daleko się posunie, że utraci ona węglan wapniowy, wówczas wystąpią zjawiska redukcyjne. Obok kwasu węglowego, powstają w znacznej ilości kwasy humusowe, a przytem amoniak zaledwie w części utlenia się na kwas azotowy. Rozkład mineralnych cząstek ziemi bynajmniej nie zostaje i nadal wstrzymany; przeciwnie, wietrzenie ich może nawet szybciej postępować (za dowód najogólniejszy niech posłuży fakt, że trudno rozpuszczalne nawozy mineralne, jak n. p. mąka kostna, fosforyty, żuzle, najłatwiej się rozkładają w tych kwaśnych ziemiach. Wprawdzie w tych warunkach ilość kwasu węglowego, wydzielającego się tu przy słabszym rozkładzie substancyi organicznej, zmniejsza się, ale przybywa nowy, silny czynnik rozkładu w postaci kwasów humusowych.

Nie posiadamy dotąd miary na szybkość odbywającego się tu rozkładu. Błądzilibyśmy, chcąc go mierzyć wysokością plonów gospodarskich; w tych bowiem okolicznościach rośliny mogą korzystać zaledwie z pewnej części zwietrzałych składników. Tworzące się w tych warunkach, mniej lub więcej silnie odtleniające podglebie, staje się tylko częściowo lub dla pewnych jedynie roślin dostępnem; szlachetniejsze z pomiędzy nich muszą słabo wegetować w powierzchownej tylko warstwie, gdyż produkty wietrzenia, dostawszy się głębiej, nie mogą być przez nie zużytkowane, a przy znacznie osłabionej sile absorbcyjnej tych gruntów, mogą bezpożytecznie uledz utracie.

Warunki zatem rozkładu w drugim peryodzie wietrzenia są zupełnie nieodpowiednie dla roślin i nawet pomimo szybkości rozkładu niema stąd korzyści; niewyzyskana zaś ziemia dąży, chociaż niewidocznie, do zubożenia w składniki mineralne.

Środki uchronienia się od tego posiadamy w uprawie mechanicznej, chociaż, jak to dalej zobaczymy, niezawsze są one wystarczające. Bardzoby się mylił ten, ktoby sądził, że pierwszym celem uprawy mechanicznej jest usunięcie oporu, jakiego doznają korzenie roślin przy wrastaniu w ziemię. Przeciwnie, można twierdzić stanowczo, że zbytnia pulchność ziemi nie sprzyja wzrostowi większości przez nas uprawianych roślin, tylko jedne z nich łatwiej, a inne trudniej to znoszą. Naprzykład dla koniczyny czerwonej, głębokie spulchnienie ziemi jest zgubne, chociaż pozornie tutaj właśnie wydaje się najwłaściwszem.

Czynność uprawy mechanicznej jest nieraz złem koniecznem, lecz niezbędnem dla dopięcia innych celów, z pomiędzy których najważniejszym jest przysposobienie przyswajalnego pożywienia roślinnego, utlenienie związków szkodliwych i zatrzymanie w ziemi zapasu wilgotności. Cel ten uprawy daje się w zupełności osiągnąć na ziemiach lżejszych lub mniej zasobnych w próchnicę.

Inaczej jednak dzieje się na ziemiach zwięźlejszych,

trudniej przewiewnych lub obfitujących w próchnicę, jeżeli w nich niema węglanu wapniowego. Tu, przy pożądanej szybkości wietrzenia, sama uprawa mechaniczna nie wystarcza dla powstrzymania tworzenia się kwasów humusowych i rozpuszczalnych związków żelaza. Aby temu zapobiedz, należałoby tak często i głęboko ziemię przewracać, że rośliny, pomimo nawet obecnego pożywienia, nie mogłyby w niej rosnąć pomyślnie. Musimy tu zatem użyć innych jeszcze środków pomocniczych, działających w tym samym kierunku, jak uprawa mechaniczna, aby jej zadanie wesprzeć. Osiągamy zaś to przez dodanie wapna; gdy bowiem zwrócimy ziemi ten przez nią utracony składnik, w postaci marglu lub wapna palonego, wstrzymamy tym sposobem niekorzystny kierunek wietrzenia roli i dopomożemy uprawie tam, gdzie jej czynność nie wystarcza.

Skuteczny i silny wpływ wapna na podniesienie plonów jest dobrze znany w praktyce; dużo o tem pisano, trzeba jednak wyznać, że zasadnicze jego działanie w chemicznych procesach ziemi jest zupełnie ciemne. Nastręczają się bowiem następujące pytania: jeżeli bezwapienność roli, wobec nieuniknionego procesu wietrzenia, prowadzi ją do zubożenia w składniki mineralne, bez współczesnej korzyści w uzyskanych wyższych plonach, gdy przytem żelazo, jako zasada, nie może skutecznie wapna zastąpić, czy w takim razie nie jest usprawiedliwiony stały zwrot węglanu wapniowego glebie bezwapiennej? Czy zwrot ten będzie wynagrodzony powstrzymaniem niekorzystnego rozkładu ziemi i czy przytem podziała ochraniająco na składniki mineralne ziemi, o ile te nie będą wyzyskiwane przez plony.

Przyroda wskazuje nam, że najurodzajniejsze i najzasobniejsze gleby zawierają pewien procent węglanu wapniowego: działa on przyspieszająco na rozkład próchnicy, a przez wywiązujący się przy tem kwas węglowy — na rozkład krzemianów; nadto składniki pożywienia niespożytkowane — nie giną, bo wobec siły absorbcyjnej ziemi

nie odpływają tak łatwo do podłoża, a rośliny mogą powstałe związki wyzyskać; widać to po wyższym plonie na ziemiach wywapnowanych. Ubytek zaś próchnicy spowodowany jej szybszym rozkładem, łatwo wynagradza większa masa roślinna, powstająca wobec pomyślniejszych warunków wzrostu. Cóż z tego, że na ziemiach kwaśnych, bezwapiennych, mało ubywa próchnicy, kiedy giną za to bezkorzystnie cenne mineralne składniki ziemi, które jej trudniej zwrócić, aniżeli utraconą substancyę roślinną?

Pomieściliśmy tutaj powyższe uwagi, sądząc, że jedynie tą drogą, mianowicie systematycznem badaniem procesów, odbywających się przy wietrzeniu składników ziemi, możnaby rozjaśnić wiele zasadniczych kwestyi, odnoszących się do praktyki rolnej.

Gruntów bezwapiennych, zakwaszających się przez cały rok, lub w pewnych jego porach, czyli, jak je nazywają — zimnych, o odtleniającem, nieużytecznem podłożu, mamy poddostatkiem; ziemie bielicowate i iłowate najwięcej sprzyjają tym warunkom. Ziemie te powstały ze znacznej domieszki cząstek już rozwietrzałych, z formacyi węgla brunatnego, do północnego, lodowcowego materyału Obfitują one w miał krzemionkowy, powstały chemicznie przez rozkład krzemianów, wskutek czego przewiewność tych gruntów jest bardzo utrudniona. Nawet pierwotna ich zawartość węglanu wapniowego była bardzo małą. Ziemie te wylugowane, nietylko z węglanu wapniowego, ale z żelaza oraz innych składników, słusznie posiadają u rolników złą opinię, jako nieurodzajne.

Daleko więcej mamy gruntów pierwotnie marglowatych, które, chociaż są utworzone ze świeżego, bogatego materyału północnego, stały się już bezwapienne, a posiadając przymiot dostatniej wilgotności, zdążają do powyższej kategoryi; wobec zaś niekorzystnych warunków wietrzenia, ubożeją w składniki mineralne.

Cały proces wietrzenia i ługowania glin i innych osadów lodowcowych, możemy streścić w następujący sposób:

I. peryod: utrata węglanu wapniowego, związki humusowe zneutralizowane.	**Stadyum pierwsze:** wyługowanie wapna, rozluźnienie warstwy, utlenienie związków żelaza. **Stadyum drugie:** mechaniczne wyszlamowanie przez wodę miału i żelaza. Spiaszczenie warstwy.
II. peryod: utrata związków żelaza, związki humusowe kwaśne.	**Stadyum trzecie:** rozpuszczenie i utrata żelaza, alkaliów i kwasu fosforowego. **Stadyum czwarte** czyli **martwe:** ziemia składa się z pozostałej nierozpuszczalnej gliny i krzemionki.

Powyższy szemat ma ważne znaczenie, gdyż można stanowczo twierdzić, że wszystkie gleby jakiegokolwiek pochodzenia i składu pierwotnego, muszą szybciej lub wolniej przejść powyższe stadya wietrzenia.

Co się tyczy stanu gruntów danej okolicy, to bardzo cenne wskazówki dają badania nizin, w których zbierają się wody. Znajdowane tu pokłady wapienia łąkowego (Wiesenkalk), są dowodem, że sąsiednie ziemie nie postąpiły jeszcze daleko w wietrzeniu; jeżeli zaś napotykamy tam rudy żelaziste, błotne lub łąkowe, przytem niebieski wiwianit, możemy twierdzić, że powyżej znajdujące się gleby są już mocno zwietrzałe. Zdarza się nawet widzieć pokład wapienia, a na nim osad żelazisty; przedstawia to nam niejako całą historyę rozkładu ziemi. Wreszcie, jedne lub drugie osady napotykamy najczęściej tam, gdzie okoliczne ziemie są łatwo przepuszczalne, t. j. piasczyste.

Wietrzenie lössu odbywa się w sposób podobny, jak wietrzenie glin lodowcowych i tutaj węglan wapniowy najpierwej ulega wyługowaniu, tu jednak spotykamy się z pewną osobliwością. Składnik ten osadza się w warstwach głębszych, tworząc konkrecye długości aż do 2 cali,

posiadające najosobliwsze kształty. Z powodu tego ich wyglądu, Niemcy nazwali je «Löss - kindel» albo «Löss - puppen». Dla nas przedstawiają one jedynie znaczenie naukowe, tembardziej, że nie charakteryzują wyłącznie samego lössu, zdarzają się bowiem, chociaż rzadziej, w innych glinach, jak n. p. w glinach septaryowych epoki trzeciorzędowej.

W Chinach warstwa lössu jest bardzo gruba, a utworzone przez wodę parowy, o ścianach prostopadłych, uniemożliwiałyby wszelką komunikacyę; tymczasem konkrecye owe zbierają się niejako w warstwach poziomych, przez co ta niewarstwowana pierwotnie glina, nabiera charakteru warstwowanej, a powstałe wskutek tego tarasy formują w parowach jakby wielkie schody, umożliwiając przedostanie się przez nie.

Oprócz utraty węglanu wapniowego, löss przechodzi w dalszym ciągu procesy wietrzenia, podobne do opisanych przy glinach: krzemiany podlegają zwietrzeniu, skąd powstałe związki żelaza utleniają się wyżej, nadając zwietrzałej, powierzchownej warstwie, ciemniejszą rudą barwę. Do jakiego stopnia może dojść w dalszym ciągu wietrzenie lössu, na to odpowiedzi dać nie umiemy; zaznaczyć tylko można, że ważną rolę odgrywają tu specyalne, fizyczne własności gliny, oraz zasobność jej w składniki pożywne, tak, że w położeniu płaskiem, wilgotniejszem, pokrywa się ona zwykle warstwą próchnicy czyli czarnoziemu; wreszcie ważną tu rolę odgrywa samo położenie lössu, który pokrywa góry i niziny, a więc jego konfiguracya.

Otóż löss, zależnie od tego, czy stanowi powierzchnię wzgórz, czy też nizin, musi przedstawiać niejednakowe warunki dla czynników, powodujących wietrzenie. Na lössie górskim napotykamy często surowszą, mniej zmienioną powierzchnię, powstałą w tym wypadku pod wpływem silniej występujących zjawisk spłukiwania czyli denudacyi; w tem położeniu löss będzie też zwykle suchy. Taka sama glinka, w położeniu płaskiem, a tembardziej na ni-

zinie, będzie posiadać odmienny wygląd. Różnica jeszcze więcej się uwydatni, jeżeli powierzchnię pokrywa dobra próchnica, czyli jeśli utworzył się czarnoziem, ku czemu löss przejawia wiele skłonności i tak często pozostaje w ścisłym związku z czarnoziemem. Okoliczność ta była powodem, że obecność wielkich przestrzeni czarnoziemnych, uformowanych przytem przeważnie na podłożu lössowem, zespolono z tworzeniem się tej gliny drogą wiatrową. Objaśniają, że przestrzenie porośnięte wegetacyą stepową, za pośrednictwem wiatrów zostają pokryte miałem, pochodzącym z poblizkich, jałowych pustyni, jakie widzimy n. p. w Azyi i we wschodnio-południowej Rosyi. Miał ten zatrzymuje się pomiędzy roślinami, pokrywa je powoli i powoduje przyrost ziemi próchniczej czyli czarnoziemu, tworzącego się tą drogą przez pomieszanie szczątków roślinnych z glinką lössową. W ten sposób utwór ten mógłby się gromadzić nawet na powierzchni skał różnorodnej natury. Na początku tej części wspomnieliśmy o pochodzeniu wiatrowem czarnoziemów, napotykanych w pewnych strefach. Trudno jednak przypuścić, aby wszędzie tam, gdzie widzimy czarnoziem, udział wiatru tak ważną grał rolę i był głównym czynnikiem tworzenia się tego rodzaju gleby.

Nasze ziemie leżą poza pasem czarnoziemnym; mimo to napotykamy i u nas miejscami czarnoziem, czy to powstały wskutek specyalnych własności niektórych gatunków gleby, czy też może stanowi on pozostałość dawniejszych czasów z innym klimatem, więcej sprzyjającym jego tworzeniu się. Trzeba bowiem zaznaczyć, że przeciętnie posiadamy próchnice odmiennej już natury, będące wynikiem obecnego klimatu. Z tego powodu, pisząc wyżej o oddziaływaniu próchnicy na wietrzenie skał i formowanie się gleby, zastrzegliśmy, że opis ten odnosi się do takich warunków wietrzenia, jakie istnieją u nas, mianowicie, gdzie przy stosunkowo nizkiej temperaturze, substancya organiczna, rozkładając się w ziemi, często niedostatecznie się utlenia, zwłaszcza jeżeli jej jest więcej, lub

znajduje się w głębszej warstwie ziemi. Powstająca przytem próchnica nabiera łatwo charakteru kwaśnego, który najsilniej się uwydatnia na ziemiach, będących w drugim peryodzie wietrzenia, to jest pozbawionych węglanu wapniowego, a w ogóle na tak zwanych gruntach zimnych. Jest bowiem wielka różnica pomiędzy różnymi rodzajami ziemi humusowej i w naturze zawartej w niej próchnicy, od czego też zależy i oddziaływanie jej na glebę. Próchnica jest głównym pośrednikiem pomiędzy klimatycznymi czynnikami atmosfery a mineralnemi cząstkami ziemi, żywiącemi roślinę.

Stosunki między różnymi rodzajami gleby próchniczej, jako też zależność ich od klimatu, uwydatnią się lepiej czytelnikom przez podany niżej opis czarnoziemu, co tembardziej będzie tu usprawiedliwione, skoro glinka lössowa tak często bywa nim pokryta.

Czarnoziemem, nazywamy glebę, w której nagromadziła się znaczna ilość (od 3% do 10%, a nawet do 17%) dobrej próchnicy (w przeciwstawieniu do próchnicy kwaśnej). Zwykle ciemno zabarwiona, gruba jego warstwa przedstawia tę charakterystyczną cechę, że w głąb staje się zawsze nieznacznie tylko jaśniejszą, przechodząc w podłożu na mineralną ziemię. Ostro oddzielonej granicy ciemnej warstwy od jaśniejszego podglebia nie napotykamy tu. Ani pochodzenie czarnoziemu, ani jego powstawanie i zależność od wpływów zewnętrznych, nie są do chwili obecnej dostatecznie wyjaśnione, wreszcie nieznany jest i czas, kiedy utwór ten przeważnie się uformował. W Europie głównem jego siedliskiem jest południowa Rosya. Tam tworzy czarnoziem szeroki pas, ciągnący się od Uralu (a nawet i poza temi górami, prawie przez całą Syberyę) aż do granic państwa (Podole, Hrubieszowskie) i wkracza dalej do wschodniej Galicyi, Rumunii i Węgier. Dalej, w środkowej Europie ginie, co zresztą nietrudno wytłómaczyć, wobec innych warunków, braku płaszczyzn i nizin, a natomiast położeń górzystych. Zresztą klimat tu już inny, zbliżając się bowiem ku zachodowi i oceanowi, traci swój

charakter kontynentalny. Pas ten, przy Uralu szerszy (przeszło 100 mil), zwęża się ku zachodowi, formując rodzaj klina. Na linii środkowej (Ufa, Penza, Woroneż, Charków, Bałta) napotykamy gleby najwięcej czarnoziemne, zawierające od 10% do 17% próchnicy; odsuwając się od tej linii, czy to ku południowi, czy ku północy, znajdujemy, że ilość humusu w ziemi zmniejsza się, aż wreszcie dochodzimy do ilości próchnicy od $^1/_2$% do 2%, to jest takiej, jaką zwykle zawierają w przecięciu nasze gleby.

Przy badaniu czarnoziemu, zauważyć możemy pewne osobliwości. Oś tego pasa (linia środkowa) nie posiada kierunku równoleżników, ale jest prawie równoległą do linii izotermicznych miesiąca lipca (to jest linii, łączących ze sobą miejsca posiadające w tym miesiącu jednakową temperaturę, jak tu 20° do 23° Cels.). Trudno przypuszczać, aby się to mogło stać przypadkowo; należy raczej upatrywać ścisłą łączność i zależność formowania się czarnoziemu od klimatu, w czem, jak wiadomo, tak ważny wpływ wywiera przeciętna temperatura, pomijając już inne czynniki, jak opady atmosferyczne, wiatry i t. p. Zależność ta uwydatni się jeszcze więcej, skoro weźmiemy pod uwagę, że na tym pasie czarnoziem pokrywa najróżnorodniejsze gleby, utworzone z rozwietrzenia osadów, pochodzących ze wszystkich prawie formacyi, jako to: dewońskiej, węglowej, permskiej, triasu, jury, kredy (Rosya środkowa), trzeciorzędowej (południo-zachód), wreszcie dyluwialnej; nie jest on zatem wynikiem specyalnych własności gleby. Pomimo to, przeczyć nie można, że i ta ostatnia okoliczność wywierala ważny wpływ; widocznie jedne ziemie pokrywały się łatwiej czarnoziemem, inne trudniej. W samym bowiem środku pasa czarnoziemnego napotykamy jakby wielkie wyspy, utworzone z ziemi mało próchniczej; widocznie ich natura nie sprzyjała gromadzeniu się tego utworu, nawet pomimo tak sprzyjających okoliczności zewnętrznych. Glinka lössowa była jednak zawsze najpodatniejszem podłożem dla formowania się czarnoziemu i obecność tego utworu na glebach tak rozlicznej

natury przyjmować należy z pewnem zastrzeżeniem, a to mianowicie dlatego, że nieraz bardzo trudno rozpoznać, czy mineralna część ziemi, zawarta w czarnoziemie, jest faktycznie utworzona z podłożnej, macierzystej skały, czy też jest napędzoną wiatrem glinką lössową. Zresztą i sam czarnoziem, pod wpływem wiatru, mógł być przeniesiony z jednych miejsc na drugie, pokrywając i takie, na których pierwotnie się nie tworzył. Nie można wszakże wątpić, że w pasie czarnoziemnym nietylko sam löss jest podstawą czarnoziemu, lecz także i innego gatunku ziemie. Próchnica czarnoziemu powstała tu przez gromadzenie się szczątków roślin, przeważnie stepowych i gnijących w warunkach określonych miejscowym klimatem, odmiennym od naszego.

Oprócz wyżej opisanego pasa czarnoziemnego, utwory podobne do powyższych napotykamy po całej Europie z wyjątkiem północy); tu jednak występują one miejscowo i w porównaniu z tamtymi, zajmują tylko nieznaczne przestrzenie, a przytem natura ziemi zdaje się występo(wać na pierwszy plan, wywierając decydujący, a przynajmniej bardzo ważny wpływ na możność powstawania czarnoziemu. Napotykamy go najczęściej na lössie, jak n. p. pod Magdeburgiem, w Saksonii, w Czechach, a u nas w Krakowskiem, Sandomierskiem i Lubelskiem; lecz widzimy go u nas i na innych glebach, n. p. bardzo często na rędzinach, jeżeli takowe są dobrej natury (wilgotne), a wreszcie i na osadach lodowcowych na Kujawach (i w przyległej części Prus). Być jednak może, że część czarnoziemów tych ostatnich miejscowości nie należy do kategoryi, o której obecnie piszemy; mogą one być utworzone nie z miejscowej wegetacyi, lecz próchnica w nich zawarta została naniesiona przez wielkie dawniejsze wody, które osadziły szlamy w tej nizinie. Były to zatem ziemie próchniczne staroaluwialne.

Bardzo trudna jest odpowiedź na pytanie: kiedy przeważnie powstały czarnoziemy. Bezwątpienia, że w dogodnych warunkach i obecnie mogą się one tworzyć; wiele

jednak względów przemawia za tem, że dawniej istniały wyjątkowo pomyślne warunki dla formowania się tego utworu przez bujną wegetacyę i dobry, odpowiedni rozkład jej szczątków. Obecna pora zdaje się u nas temu nie sprzyjać, widzimy nawet w licznych miejscach, że na czarnoziemie porósł kwaśny torf i pokrył go z wierzchu. Wielu też uczonych jest zdania, że obecnie napotykane czarnoziemy (z wyjątkiem nizinnych, napływowych szlamów, tak staro, jak i nowo-aluwialnych) zaliczyć należy do epoki dyluwialnej. Ostateczne rozwiązanie powyższego pytania byłoby dla nas nader ważne, albowiem wyjaśniłoby obecny kierunek w rozkładzie organicznej substancyi w ziemi, a tym sposobem określiłoby lepiej mało wyjaśniony udział próchnicy w oddziaływaniu jej na wietrzenie mineralnych składników ziemi, zależnie od jej natury. Substancya organiczna bowiem może się rozkładać w ziemi w sposób bardzo odmienny, ujawniając przytem, że się tak wyrazimy, dwa kierunki ostatecznie zależne od stopnia jej utlenienia. Opierając się na spostrzeżeniach wziętych z praktyki, oddawna rozdzielono humus (próchnicę) na *dobry* i *kwaśny*, odpowiednio do jego własności. Jest to zbiorowe określenie pewnych, wybitnych właściwości różnych rodzajów tego składnika.

Skrajnym przedstawicielem kwaśnego humusu jest torf; z drugiej zaś strony obraz dobrego humusu widzimy w czarnoziemie. Pomiędzy tymi dwoma przeciwległymi typami próchnicy, napotykamy cały szereg odmian przejściowych.

Charakterystyczną, zewnętrzną cechą jest okoliczność, że im gorszej natury jest próchnica, tem ostrzejszą, wyraźniejszą linią odgranicza się ciemna warstwa zawierającej ją gleby od podglebia. Im lepszą jest próchnica, tem nieznaczniejsze jest przejście w jaśniejsze, mineralne podglebie. Możemy stanowczo twierdzić, że rzadko kiedy doznamy zawodu, szacując na powyższej zasadzie wartość próchnicy w glebach więcej zasobnych w ten składnik (tu zaznaczyć musimy, że odnosi się to do gleby

w jej stanie naturalnym, ponieważ zapomocą orki możemy zmienić ten wygląd zewnętrzny, jeżeli głębokość uprawy równa się naturalnej grubości warstwy ziemi próchnicznej). Okoliczność ta musi mieć swoją przyczynę, którą, zastanowiwszy się, odnaleźć można. Gorsze, tak zwane kwaśne próchnice, tworzą się przy rozkładzie substancyi organicznej w takich warunkach i gleby i klimatu, że substancya ta niedostatecznie się utlenia, wskutek czego oprócz kwasu węglowego i amoniaku, resp. azotanów, powstaje także znaczna ilość kwasów humusowych. Jeżeli te ostatnie nie zostaną zneutralizowane, i to w ten sposób, ażeby się stały nierozpuszczalne, wówczas, jako rozpuszczalne, dostają się do podglebia, czyniąc je kwaśnem, pozbawionem tlenu, redukującem. W takich warunkach korzenie roślin muszą się ograniczać do życia prawie jedynie w powierzchownych warstwach gleby; podglebie jest dla nich bezużyteczne i niedostępne. Tym sposobem gromadzenie się próchnicy może uskuteczniać się tylko w cienkiej, powierzchownej warstwie, a skutkiem tego nieodpowiednia rozwojowi korzeni warstwa podglebia musi się widocznie odznaczać. Niedosyć na tem, posiadamy liczne wskazówki, że przez butwienie i gnicie próchnica może ginąć w dwojaki sposób. Tam, gdzie może się dostatecznie utleniać, a więc przeważnie w powierzchownych warstwach ziemi, jako ostateczny produkt spalenia, tworzą się z niej kwas węglowy i woda, i w tej postaci próchnica niknie; w warstwach zaś głębszych ubywa jej w sposób odmienny. Przy zupełnym braku tlenu tworzą się węglowodory i gazy palne (także wolny azot); przy niedostatecznym dostępie tlenu tworzą się kwasy organiczne, które, jeżeli nie zostaną zobojętnione przez wapno, łączą się z alkaliami i amoniakiem, i wraz z wodą uchodzą. Pierwszy więc sposób ubytku próchnicy postępuje progresyjnie od góry, drugi od dołu. Tym sposobem, gdyby nawet pewna część korzeni, mniej na to czułych roślin, zdołała wniknąć w dolne warstwy kwaśnej próchnicy, to

mała ilość powstającego stąd humusu nie mogłaby się tutaj stale utrzymać.

W glebach zatem nieuprawnych, będących w stanie naturalnym, możliwość tworzenia się czarnoziemu zależeć będzie od przenikliwości ziemi dla powietrza, od formy, w jakiej będą się znajdować związki organiczne (łatwiej lub trudniej utleniające się) i od klimatu. W pasie czarnoziemnym wysoka temperatura pewnej części roku, obok stepowego klimatu, pobudza do tego stopnia utlenienie próchnicy, że może ono sięgać głęboko, a korzenie roślin, nawet głębiej zapuszczone, nie znajdują tam nieprzyjaznych warunków życia. Tutaj nawet niedostatki niektórych gatunków gleby zostają zrównoważone klimatem, skutkiem czego nie odczuwamy nawet wad tak zwanych zimnych gruntów. Dalej na południe, poza powyższym pasem, wysoka temperatura powoduje tak energiczny rozkład substancyi organicznej, że próchnica może się tworzyć tylko tam, gdzie znaczne opady atmosferyczne umożliwiają wzrost bardzo bujnej wegetacyi. Ze strony północnej pasa, im więcej się od niego oddalamy, tem więcej się temperatura obniża i tem mniej zaczyna wystarczać do tworzenia się dobrej próchnicy. W tej strefie zaczynają się wybitnie charakteryzować różnice pomiędzy glebami ciepłemi i zimnemi. To trafne wyrażenie zawiera w sobie niejako określenie łączności wpływu natury ziemi i klimatu na roślinność; tu bowiem natura ziemi dopełnia braki klimatyczne i przez to występuje na pierwszy plan. W tych miejscowościach tworzenie się czarnoziemu lub jeżeli to dawniej nastąpiło, utrzymanie go dotąd w dobrym stanie, jest możliwe tylko na ziemiach ciepłych i dostatnio wilgotnych, jak glinka lössowa lub rędziny (jeżeli nie są za suche). Wreszcie, dalej na północy, nie wystarcza już nawet i pomoc natury gleby, wchodzimy więc w strefę torfów, a jeszcze dalej już i przyrost tych ostatnich jest utrudniony; ziemie pokrywa kwaśna próchnica, utworzona z kwaśnych traw, mchów, porostów; są to tak zwane tundry, leżące na podłożu, głębiej zawsze

zmarzniętem. Nietrudno będzie zrozumieć, jak odmiennie działać muszą różne rodzaje próchnicy na swe mineralne podglebie. Im próchnica jest gorszą, to jest, im więcej się tworzy przy jej rozkładzie wolnych kwasów organicznych, tem silniej widzimy zwietrzałe, zmienione i rozłożone cząstki mineralne ziemi pod nią leżącej; w czarnoziemie zaś cząstki te, pomimo, że użytkowała z nich obfitość roślin, potrzebna dla utworzenia wielkiej nieraz ilości próchnicy, znajdują się jednak w stanie względnie małego zwietrzenia.

Różne stadya wietrzenia czarnoziemów uwydatniają się w stopniu rozkładu próchnicy, który znów charakteryzuje się zawartością i jakością związków wapna. W powyższych glebach składnik ten jest w znacznej części połączony z kwasami humusowymi; dlatego możemy natrafić na warstwę czarnoziemną, która polana kwasem, albo słabo, albo zupełnie nie burzy. Dowód to, że niema tam wapna w formie węglanu. Ponad taką warstwą, napotykamy często inną, zawierającą węglan wapniowy, powstały przy utlenieniu związków wapna z kwasami humusowymi. Wreszcie, przy odpowiednio silnym wpływie czynników, powodujących wietrzenie, na samym wierzchu widzieć można warstwę czarnoziemną zupełnie bezwapienną; tutaj związki wapna z kwasami organicznymi, wskutek utlenienia, wydały węglan wapniowy, a ten został rozpuszczony i uprowadzony przez przesiąkające wody.

Warstwa takiej natury, jak ostatnia, sprzyja wzrostowi roślin kwaśnych i przejawia już dążność do tworzenia się na niej torfu, o ile wilgotność na to pozwala. Warstwę czarnoziemów bezwapiennych napotykamy najczęściej przy silniejszych spadkach.

Tak się przedstawiają w ogólnym zarysie czarnoziemne i im pokrewne ziemie, w ich stanie naturalnym. U nas trudno w tych warunkach badać tego rodzaju gleby, zwykle bowiem są one już zajęte pod uprawę,

skutkiem czego wpływ czynników naturalnych musiał uledz zmianie.

Okoliczności towarzyszące naturalnemu formowaniu się próchnicy, dałyby się może najłatwiej obserwować na łąkach; te jednak zajmują przestrzenie wyjątkowo wilgotne lub leżąc w nizkiem położeniu, bywają narażone na napływy. Wiemy wszakże, że łąki, chociażby posiadały najodpowiedniejsze podglebie, starzejąc się, ulegają z czasem zakwaszeniu, jeżeli nie zostanie na nich zastosowana uprawa mechaniczna, czyli tak zwane odmłodzenie łąki. Wiemy również, jak zbawiennie tu wpływa woda płynąca, której działanie polega więcej na pobudzeniu utlenienia próchnicy (gdyż woda płynąca zawsze zawiera w sobie rozpuszczony tlen), aniżeli na dostarczaniu pożywnych dla roślin substancyi. Szkodliwość wody stojącej, pozbawionej tlenu, powszechnie jest znaną.

Na gruntach ornych występują czynniki sztuczne, do których przedewszystkiem należy uprawa mechaniczna, przez zastosowanie której dopomagamy wpływom klimatycznym. Zapomocą orki odwracamy glebę, wystawiając głębszą jej warstwę na rozgrzanie, a przez współczesne spulchnienie ułatwiamy dostęp powietrza do podglebia, pobudzamy więc utlenienie próchnicy. Jednocześnie wszakże, w miarę jej przyspieszonego ubytku, usiłujemy wynagrodzić tę stratę przez nawożenie i inne środki, dążąc nawet do pomnożenia próchnicy.

Rozkład więc substancyi organicznej w ziemi może się odbywać, w kierunkach czarnoziemnym, albo torfowym. Na ziemiach zimnych klimat i uprawa mogą być niewystarczające dla uniknienia tego drugiego kierunku; wypadnie przeto czasem użyć środków jeszcze silniej pobudzających utlenienie próchnicy (wapna), aby ustrzedz się tym sposobem od jej kwaśnego rozkładu, który plonów nie podnosi, a mimo to działa rozpuszczająco na mineralne składniki gleby.

Bliższe szczegóły poznamy na właściwem miejscu.

ROZDZIAŁ III.

Wietrzenie skał wapiennych.

Osady wapienne tworzą się przeważnie w morzach, spojone następnie formują skały wapienne. Widzieliśmy poprzednio, jak odmiennej natury są osady morskie, zależnie od odległości od brzegów i głębokości wody, w której powstawały. Wapienie głębokowodne i zdala od brzegów utworzone, zawierają mały procent dodatków szlamowych; im bliżej zaś brzegów powstały, tem więcej znajduje się w nich części gliniastych lub piasczystych, pochodzących z rozmycia brzegów lub naniesionych przez prądy rzeczne. Każda jednak skała wapienna zawiera, oprócz swego głównego materyału, t. j. węglanu wapniowego, większą lub mniejszą domieszkę innych składników. Otóż, wody atmosferyczne, przesiąkające przez skałę i jej szczeliny, rozpuszczają przedewszystkiem węglan wapniowy, a domieszka nierozpuszczalna pozostaje na powierzchni, jako produkt zwietrzenia, tworząc glebę.

Głębokowodne wapienie zawierają nadzwyczaj mały procent tej domieszki; w tym więc wypadku produkt wietrzenia tworzy się nadzwyczaj powoli i w skąpej ilości. Lecz oprócz tego znaczny ubytek rozpuszczonej i uprowadzonej z głębokiego podłoża skalistej masy, powoduje szczególne zjawiska, oddziaływające na ustrój powierzchni ziemi.

Na południu Austryi, na wybrzeżach morza Adryatyckiego, w Hercegowinie, Bośnii, Kroacyi, Dalmacyi, Istry

i w części Gorycyi, powierzchnię ziemi formują twarde, białe lub siwe skały wapienne, utworzone w czasie epoki kredowej, a wydobyte na powierzchnię ziemi podczas wyniesienia się Alp. Obecnie znajdują się one w stanie takiego zniszczenia, popękane, pozapadane, pełne urwisk i przepaści, że wyglądają niby olbrzymie ruiny. Przyczyną tego stały się wsiąkające wody atmosferyczne; okolice te nazywają «Karst». Dawniej były one pokryte wielkimi lasami, które następnie zniszczono; stąd właśnie pochodzą miliony pali w lagunach weneckich, na których pobudowano gmachy tego miasta. Obecnie są to zupełnie jałowe, puste, skaliste przestrzenie, na których gdzieniegdzie tylko rosną karłowate drzewa lub krzaki. O gruntach ornych naturalnie nie może tu być mowy; jedynie w dołkach, zagłębieniach i dolinach zbiera się czerwonawa, żelazista glina, zwana od swej barwy «terra rosa». Tworzy się ona na powierzchni skał, przez ich wietrzenie, nadzwyczaj powoli, a ponieważ procent gliny w skale macierzystej jest bardzo mały, przeto siły denudacyjne znajdują dosyć czasu, aby ją z powierzchni skał spłukać i zebrać w niżej położone miejsca. Do obnażenia skał niemało się także przyczyniają silne wichry północno-wschodnie, znane tu pod nazwą «Bora». Ciekawą jest rzeczą, że ta «terra rosa» składem swym zbliża się bardzo do czerwonego szlamu, tworzącego się w największych głębiach morskich, dowodzi to, że owe wapienie powstały w wielkich głębiach. Opisywana ziemia tworzy jedyną prawie glebę powyższych biednych okolic, skutkiem czego jest przedmiotem tak cennym, że tamtejsi chłopi w nocy kradną je koszami jeden drugiemu i przenoszą na swoje posiadłości.

Zdumiewająco wielkich ilości wsiąkającej wody potrzeba, aby te masy węglanu wapniowego uprowadzić. Lecz wody nie ograniczają się jeszcze na rozpuszczaniu wapienia z samej powierzchni ziemi, działają one i na warstwy głęboko położone, unosząc je, przez co powodują szczególne zjawiska, wyłącznie charakteryzujące wietrzenie czystych wapieni. Spotykamy tu najprzód zapadnięcia

ziemi w formie lejków najrozmaitszej wielkości i głębokości. U nas w kraju na krakowsko-wieluńskiem pasmie jurajskich wapieni, można obserwować to samo zjawisko. Spotyka się świeżo utworzone takie zapadnięcia, w których drzewa są poprzewracane ku środkowi. W te zagłębienia wpadają nieraz strumienie, a nawet rzeki i giną w podziemiu, gdzie tworzą całe podziemne systemy odpływów: jeziora, ganki, kanały, jaskinie lub groty olbrzymich nieraz rozmiarów (jak n. p. u nas w Ojcowie).

Przy tak wymywanem i uprowadzanem podłożu, ziemia pęka, obrywa się i zapada, tworząc na swej powierzchni niedostępne, skaliste urwiska. Prawie całkowita ilość opadów atmosferycznych wsiąka w ziemię, to też na powierzchni ziemi żadnych wód nie widzimy.

Podobne zjawiska, jak powyżej opisane, widzimy wszędzie, gdzie te czyste wapienie podlegają wietrzeniu. Tak naprzykład w południowej Francyi, w departamentach Hérault i Gard, suche wapienne ziemie zużytkowują, pasąc na nich owce, z ich mleka zaś w Roquefort wyrabiają znany ser tego nazwiska.

Czerwoną ziemię «terra rosa» napotykamy nietylko w Karscie, ale wszędzie przy wapieniach jurajskich, n. p. we Francyi i w departamentach Aveyron, Côte d'Or, Hérault, Gard i t. d. Używają jej nieraz do nawożenia sąsiednich, czysto wapiennych gruntów, a gdy wyjątkowo jest w warstwie dostatecznie grubej, tworzy doskonałą glebę, dającą wyborne plony pszenicy; widzimy ją też zwykle w szczelinach skał i grotach. W górach Jura nazywają ją «bolus», jest często różnobarwną, żółtą, czerwoną, nawet zieloną i niebieską, zależnie od stanu utlenienia żelaza.

Podobne nieużytki, jak jurajskie skały tworzą także skały kredowe, miększe wprawdzie, niż poprzednio opisywane, lecz również zawierające bardzo mały dodatek innych składników. Tu jednak zwykle wody nie wymywają tak silnie podłoża, powierzchnia też ziemi jest dla tego więcej równą. Najcharakterystyczniejszy przykład takiej

ziemi daje nam Szampania. Nie tak dawno sprzedawano tam tę ziemię podług miary, zwanej «à la holée», to jest w tak dużych kawałkach, jak daleko słyszano wołanie «hola». Wprawdzie ziemia nie jest tu tak nieużyteczną, jak na twardych jurajskich skałach, lecz główną może przyczyną trudności uprawy jest brak wody do picia, opady bowiem całkowicie wsiąkają w skały. Wodę, opadającą z deszczu, zbierają w cysternach lub kopią studnie, często głębokie do 100 metrów, które dają zrazu mało wody, z czasem jednak dostarczają ilości obfitych. Wiele tu pomaga porobienie w skale poziomych galeryi do studni, przez co woda sączy się w większej ilości; gdy zaś dno studni pokryje się szlamem kredowym, woda już z niej w głąb nie ucieka. (Na dołkach, tam gdzie na kredzie szlam utworzy nieprzepuszczalną warstwę, formują się nawet torfowiska).

Jak wspomnieliśmy, ziemia tworząca się w Szampanii, na skałach (zwykle siwa), nie jest tak zła; główną jej wadą jest to, że łatwo podlega zaszlamowaniu, tworząc skorupę, jakby z cementu. Największym błędem jest uprawić ją mokrą. Ziemia ta jest oprócz tego ubogą w potas, stąd koniczyny nie udają się na niej pomimo obecności wapna i wymagają użycia soli potasowych. W Anglii, gdzie również są podobne ziemie kredowe, rolnicy o wiele więcej cenią te, w których znajdują się jeszcze kamyczki wapienne, nie dopuszczają one bowiem tak łatwo do zeskorupienia i zlania się gleby. W wielkiej ilości wyrobione w kredzie piwnice, służą w Szampanii, z powodu stałej temperatury, do pomieszczenia win musujących, gdzie takowe odbywają fermentacyę. Przy równomiernej ciepłocie ubytek w porozsadzanych butelkach jest tu względnie bardzo mały, co właśnie wpływa na ułatwienie produkcyi. Winnice są położone w wąwozach i dolinach, na ziemiach napływowych z podłożem kredowem, w których znajdują się kawałki kredy.

Ziemie kredowe są zawsze suche i zbyt czynne (gorące); gdy jednak kreda tworzy podłoże, naprzykład pod

gliną, powstają stąd grunty doskonałe. Znana ferma Rothamstead, panów Lawes i Gilbert, posiada podłoże z kredy, na której leży 2 do 3 metrów gruba warstwa gliny; pomimo przepuszczalności kredy, musiały być użyte dreny. Dodajmy tu nawiasem, że przy klimacie Anglii, te same ziemie, które we Francyi są dostatecznie suche, tam muszą być osuszane. Kredowa skała może w końcu uledz tak silnemu zwietrzeniu swej powierzchni, że powstała z niej warstwa ziemi może nie zawierać śladów węglanu wapniowego, i wobec znacznej ilości zawartego miału, a braku gruboziarnistych cząstek, formować grunt nadzwyczaj zimny. We Francyi i Anglii są podobne ziemie, jak n. p. ta, którą nazywają «argile à silex», t. j. glina z krzemieniami; krzemienie te pozostały po rozpuszczonej kredzie i zawierają wszystkie te skamieniałości, które są w skale, będącej podłożem, jako dowód, że z niej pochodzą. Nie ulega wątpliwości, że oprócz wody atmosferycznej, zmiany temperatury, a szczególnie mrozy, silny przyjmują udział przy wietrzeniu wogóle, a więc i przy wietrzeniu skał wapiennych; w wyżej wspomnianej glinie wszystkie krzemienie są popękane, w ostro-kanciastych kawałkach. Stojąc na naszych rędzinnych polach w lecie, po deszczu, gdy słońce przygrzeje, słychać doskonale trzaskanie pękających wapiennych kamyczków.

Zupełnie odmienne zjawiska i produkty wietrzenia tworzą się, gdy temu ulegają *wapienie więcej marglowate*, t. j. zawierające znaczną domieszkę cząstek gliniastych. Woda z powodu utrudnionego przesiąkania mniej wymywa wapna i nie tworzy onych podziemnych szczelin, na powierzchni zaś powstaje dostatecznie gruby osad ziemi wyborowej, zwłaszcza pod względem własności chemicznych; zawiera ona nawet dosyć potasu, podczas gdy wszystkie ziemie, utworzone z wapieni ubogich w części szlamowe, wykazują zwykle brak tego składnika, co zresztą łatwo sobie wytłómaczyć, wapienie te bowiem powstawały tak daleko od brzegów, że się tam mogły dostawać tylko naj-

drobniejsze cząstki szlamu, t. j. gliny, nie zawierające już nierozwietrzałych odrobinek feldspatu.

Z marglowatych wapieni, utworzonych w czasie epoki kredowej, powstaje u nas przez zwietrzenie znana rędzina (rumosz). Widać w niej jeszcze kawałki wapienia; leżąca pod glebą skała macierzysta jest mocno popękana i przechodzi głębiej w ścisłą opokę. Mamy także rędziny, które powstały z marglowatych skał jurajskich, tych jest jednak bardzo mało. Nasze rędziny przedstawiają pewną odrębność w porównaniu z gdzieindziej spotykanemi glebami tego rodzaju. Jak wiemy już, po całej powierzchni kraju naszego przesunął się pierwszy lodowiec; w nadzwyczaj wielu naszych rędzinach widzimy domieszkę północnego, krystalicznego materyału, który możemy rozpoznać po okruchach feldspatu.

Dlatego ziemie te u nas mogą zawierać daleko więcej potasu, aniżeli gdzieindziej. Znane są u nas także gleby, stanowiące rędziny przykryte n. p. 8-calową warstwą napływową. Wogóle nasze rędziny w porównaniu do analogicznych gleb na zachodzie Europy, wyglądają jakby odmłodzone i jakby wietrzenie ich niedawno się rozpoczęło. Być może, iż lodowiec, przesuwając się po nich, zabrał z sobą już utworzoną, zwietrzałą warstwę powierzchowną.

CZĘŚĆ TRZECIA.

Gatunki typowe gleby.

W poprzednich rozdziałach, poznaliśmy pochodzenie skał, wietrzenie ich powierzchni i formowanie się gleby; obecnie zajmiemy się tą ostatnią, biorąc pod uwagę jej własności i użyteczność rolniczą.

Fizyczne własności gleby i jej chemiczny skład są obok klimatu tymi czynnikami, od których głównie rozwój roślin zależy, one też decydują także łącznie z klimatem o tem, dla jakich roślin dana gleba najlepiej się nadaje.

Oddawna już zwracała na siebie uwagę przyrodników ta okoliczność, że pewne rodzaje gruntów w szczególny sposób sprzyjają wzrostowi niektórych gatunków dziko wegetujących roślin. Niektóre z nich osiedlają się wyłącznie na ziemiach, obdarzonych pewnemi właściwościami, do tego stopnia stale ich się trzymając, że z obecności tych roślin wnioskować można o naturze żywiącej je gleby. W całym szeregu gleb rozmaitego rodzaju, najwybitniej się pod tym względem wyszczególniają ziemie wapienne, przez specyalną florę, która je charakteryzuje w sposób bardzo widoczny; stało się to powodem do ułożenia flory gruntów wapiennych, w przeciwstawieniu do roślinności gruntów bezwapiennych.

Ani same fizyczne, ani same chemiczne własności, lecz wspólne działanie: klimatu, własności fizycznych i che-

micznych gleby, określa warunki życiowe, niezbędne dla pomyślnego wzrostu pewnych roślin, a przez to decyduje o osiedlaniu tychże w danych miejscowościach. Posiadamy liczne dowody na to, że wyższa temperatura klimatu, przepuszczalność ziemi dla wody i powietrza (przewiewność jej) i obecność wapna w ziemi, ułatwiające utlenienie substancyi organicznej — są to czynniki, działające w jednakowym kierunku i mogące się do pewnego stopnia wzajemnie wspierać i zastępować. Przytoczymy tu parę przykładów.

Brzegiem południowej Austryi i przez Włochy przechodzi linia, odgraniczająca florę środkowo-europejską, charakteryzującą się drzewami liściastemi, w lecie tylko zielonemi — od flory śródziemno-morskiej, utworzonej z drzew i krzewów, przez cały rok liśćmi pokrytych. Na tem pograniczu jasno się uwydatnia wpływ natury ziemi na charakter pokrywającej ją roślinności. Brzegi morza Adryatyckiego, poczynając od Tryestu, a dalej przez Istryę i Dalmacyę, są tu porośnięte roślinami ciągle zielonemi, rosnącemi na wapiennych gruntach tych miejscowości. Na przeciwległym zaś włoskim brzegu, utworzonym z osadów epoki trzeciorzędowej peryodu plioceńskiego i tak zwanego «flyszu», napotykamy florę środkowo-europejską; dopiero koło Neapolu, na gruntach wapiennych, ukazuje się flora śródziemno-morska, ciągnąca się dalej na południe do Kalabryi. Ta ostatnia okolica jednak, chociaż daleko więcej ku południowi położona, z przyczyny swych bezwapiennych, granitowych ziemi, posiada znowu florę środkowo-europejską. Podobnie w Sardynii, utworzonej przeważnie ze skał krystalicznych, widzimy florę środkowo-europejską, a tam tylko żyją rośliny cały rok zielone, gdzie się znajdują kawałki ziemi wapiennych. W Hiszpanii, małe przestrzenie, które zajmują stepy, są utworzone prawie wyłącznie z gruntów gipsowych. Podają, że w zachodniej Szwajcaryi modrzew nawet sztucznie nie daje się wychować na ziemiach wapiennych, rośnie zaś dziko na bezwapiennych; już w północnej stronie tego kraju, a dalej

w Bawaryi i w Karpatach rośnie na każdej ziemi, bez względu na jej naturę.

Z powyżej podanych przykładów widzimy, że natura ziemi składem swym chemicznym (obecnością wapna) wzmacnia lub zastępuje wpływy klimatyczne, o ile te nie są wystarczające dla warunków życia pewnych roślin. Tam jednak, gdzie klimat działa dostatecznie silnie i udział składników ziemi staje się zbyteczny i obojętny. Na wyspach Azorskich, Kanaryjskich, na Maderze, napotykamy florę nader podobną do śródziemno-morskiej, bez względu na naturę gleby. Pszenica, a zwłaszcza koniczyny i niektóre grochy, t. j. rośliny, pochodzące z południowych stron, udają się przy dostatnio ciepłym klimacie prawie na każdej ziemi, byle takowa była odpowiednio zasobna i wilgotna; tymczasem już dalej ku północy, nawet i u nas, trzeba dla nich dobierać ziemi w wapno zasobnej, lub składnik ten dodawać; dopomagamy w ten sposób wpływom klimatycznym.

Jeżeli ziemia w tym samym klimacie i przy tych samych fizycznych własnościach zawiera wapno, wówczas substancya organiczna łatwiej i szybciej się utlenia i pobudza wietrzenie mineralnych cząstek gleby. Utlenienie jednak jest wtenczas tylko możliwe, jeżeli powietrze może przenikać w ziemię; w gruntach zaś nadmiernie mokrych lub przewiewnych, nawet silne wapniowanie nie zmieni natury gleby i ta pokrywać się będzie kwaśnemi roślinami. Margle liasu i flyszu, mocno z natury wapienne, lecz bardzo zwięzłe i trudno przepuszczalne, a nawet ziemie kredowe, jeżeli się zasklepią, zachowują się jak bezwapienne. Są to wszakże ziemie o wyjątkowych własnościach, ponieważ ilość miału dochodzi w nich do 80%; w zwykłych jednak wypadkach, jak to ma miejsce w glinach lodowcowych, nawet przy mocnej ich zwięzłości i wilgotności, pobudzającem działaniem wapna lub marglu, można je uczynić o tyle cieplejszemi, że na wiosnę wegetacya pszenicy o dwa tygodnie wcześniej się budzi, a względny nadmiar wilgoci można tu uczynić nieszko-

dliwym. Uprawa mechaniczna działa podobnie, nieraz jednak jest niewystarczająca. Klimat, własności fizyczne i chemiczne gleby, jej osuszenie, uprawa mechaniczna — są to naturalne lub sztuczne czynniki, określające warunki życiowe i decydujące o pomyślności wzrostu pewnych roślin, pomijając już ich potrzeby pokarmowe.

Właściwości rolnicze gleby zależą od jej mechanicznego składu i fizycznych własności. Przed rozpatrywaniem różnych typów gleby, zastanowimy się pokrótce od czego one zależą.

Jak wiemy, każda gleba jest złożona z cząstek rozmaitej wielkości, które, bez względu na ich skład chemiczny, stosownie tylko do ich wymiarów, nazywamy kamyczkami, piaskiem i miałem. W ziemi cząstki te nie przystają ściśle do siebie swemi powierzchniami: pomiędzy niemi znajdują się przestrzenie, wypełnione w części atmosferą gruntową, odmiennego składu chemicznego aniżeli atmosfera powietrza — a w części wodą gruntową. Przestrzenie te są małe, a skutkiem tego wywołują zjawiska, wynikające z siły kapilarności czyli włoskowatości. To też gleba zachowuje się tak samo, jak każde inne ciało porowate: woda może przez nią przesiąkać, a także wznosić się z warstw głębszych do wyżej położonych; dalej, warstwa ziemi może się napoić pewną ilością wody, t. j. nie tracąc, trzymać ją pomiędzy swemi cząstkami, nawet wobec zupełnie przepuszczalnego podłoża, oddać zaś ten zapas wody może jedynie przez parowanie swej powierzchni, lub też zużyciem przez wegetacyę.

Te właściwości ziemi, stanowiące część tak zwanych fizycznych jej własności, zależą od wielkości cząstek, z jakich się ona składa, a przedewszystkiem od przestrzeni, pomiędzy temi cząstkami zawartych.

W miarę zmniejszania się cząstek, ziemia stawać się będzie trudniej przepuszczalną dla wody, a także będzie napawać się większą jej ilością, silniej ją trzymając i wskutek tego trudniej ją oddając tak przepuszczalnemu

podłożu, jak i roślinności na niej wegetującej. W ziemi drobnoziarnistej woda wznosi się daleko wyżej z warstw mokrych w górę ku powierzchni, dostarczając w ten sposób wody powierzchni, z której ta prędzej paruje i skutkiem tego ziemia głębiej wysycha.

Jednem słowem, własności fizyczne ziemi zależą przedewszystkiem od wielkości składających ją cząstek. Z tego powodu okazało się niezbędnem posiadanie sposobu badania wielkości tych cząstek i oznaczenia ilości procentowej każdego ich gatunku. Do tego celu prowadzi analiza mechaniczna ziemi; przy jej pomocy możemy oddzielić kamyczki, piasek i miał, tudzież oznaczyć ich ilości procentowe. Analiza mechaniczna jednak, doprowadzająca do tego rozdziału cząstek, bez względu wszakże na ich skład chemiczny, nie jest tu zupełnie wystarczającą; wewnętrzna natura, t. j. skład chemiczny, musi być także wzięty pod uwagę, ponieważ i od niego zależy wpływ cząstek ziemi na jej własności fizyczne.

Piaskiem nazywamy materyały ziemiste, utworzone z ziarnek pewnej wielkości, bez względu na ich skład chemiczny, t. j. wewnętrzną naturę; tak go też oddziela analiza mechaniczna. Ale tu chemiczna natura piasku, znajdującego się w ziemi nie jest obojętna dla jej własności, a to nawet dla jej własności fizycznych, a w szczególności też dla jej zachowania się względem wody. Jeżeli piasek składa się wyłącznie z ziarnek kwarcu, skaleni miki i t. p., krzemianów, woda nie wsiąka w te ziarnka i zachowanie się ziemi względem wody zależy jedynie od przestworków międzycząsteczkowych. Inaczej rzecz się ma, gdy w skład piasku wchodzą także ziarnka węglanu wapniowego. W ziarnka takowe woda wsiąka, a wtedy ruch jej w ziemi odbywa się nietylko w przestworkach międzycząsteczkowych, ale i w takich ziarnkach wapiennych i zależeć będzie nietylko od wielkości przestworków, ale i od kapilarności samego materyału, z którego takie ziarnka są utworzone.

Skład chemiczny miału jeszcze silniej oddziaływa na własności fizyczne gleby, aniżeli wewnętrzna natura grubszych jej składników. W miale, który w potocznej mowie nazywamy gliną, może się znajdować nadzwyczaj drobna krzemionka, następnie glina, wreszcie miał wapienny; wzajemną mieszaninę tych ciał, o ile się w glebie znajdują, otrzymujemy przy mechanicznej analizie ziemi, dopiero jednak przewaga jednego z powyżej wymienionych składników, a więc skład chemiczny miału, określa ostatecznie własności fizyczne gleby.

Jeżeli gleba zawiera dużo miału, a ten mieści w sobie znaczną ilość krzemionki, wówczas z takiego materyału powstanie grunt iłowaty, bielicowaty, który w porze mokrej będzie chciwie przytrzymywać wodę, po obeschnięciu jednak, wobec małej ilości spójnika — którym dla cząstek ziemnych jest glina — przy swej kapilarności łatwo na powierzchni wysycha, zamieniając się w pyłkowatą masę. Grunt taki przy wyschnięciu nie pęka, jak gliniasty, nie tworzy szparek i szczelin, lecz pokrywa się jednostajną, nieprzerwaną powłoką, bardzo utrudniającą dostęp powietrza w głąb ziemi; zjawisko to jest znane przy gruntach zlewnych.

Jeżeli w miale przeważa glina, wówczas powstaną grunty typowo-gliniaste, począwszy od lekkich aż do ciężkich, zależnie od ilości miału. Woda nie wsiąka w cząstki kwarcu, ma to jednak miejsce z cząstkami wapna, które nie zmieniają przytem swej objętości; przy wsiąkaniu zaś wody w cząstki gliny, takowe nabrzmiewają, a tracąc wodę, objętość swą zmniejszają. Z tej przyczyny, grunty gliniaste przy wysychaniu pękają, tworząc szczeliny i szpary, ułatwiające dostęp powietrza, co niema miejsca w glebach o miale krzemionkowym lub wapiennym. Zawartość gliny w miale staje się także przyczyną spójności, t. j. zwięzłości ziemi, tudzież oporności przy uprawie mechanicznej. Grunty gliniaste, przy dłuższej suszy, przez parowanie powierzchni tracą wilgoć głębiej, aniżeli piasczyste krzemionkowe.

Nareszcie, jeżeli miał wapienny stanowi główny składnik miału ziemi, wówczas gleby takie nabierają odmiennych fizycznych własności. Ziemie takie będą w stanie wilgotnym równie chciwie zatrzymywać wodę, jak ziemie, zawierające miał krzemionkowy lub gliniasty; mimo to przy wysychaniu będą się odmiennie zachowywać. Przedewszystkiem kapilarność samych cząstek wapiennych spowoduje możność szybkiego wysychania tych ziemi aż do głębszych warstw. Gdy ziemia taka wyschnie i jeżeli przytem ilość gliny w stosunku do miału wapiennego była mała i nie zdołała go zlepić — wówczas utworzy się powierzchnia niepopękana, zasklepiająca, a przy wyższym stopniu wyschnięcia pylasta, a nawet luźna, skutkiem czego korzenie roślin mogą być z niej przez wiatry ogołocone. Jeżeli gliny będzie więcej i będzie mogła zlepić całkowicie cząstki wapienne, wówczas, przy łatwości wysychania, ziemia ta będzie się często odznaczać nadzwyczajną spójnością, bez porównania większą, aniżeli najcięższe gliny, skutkiem czego w pewnych porach, mechaniczna jej uprawa staje się prawie niemożliwą. To są ciężkie rędziny. — Wreszcie, w ostatnim, trzecim wypadku, gdy ilość miału wapiennego do tego stopnia się zmniejszy, że będzie to gliniasty margiel, wówczas wapno poprawiać będzie wady fizyczne gliny, grunt taki prędzej się osuszy, aniżeli gliniasty, przytem nie będzie tak pękać i stanie się mniej ścisłym i łatwiejszym do uprawy.

Natura gruntu odbija się zwykle w charakterze całej okolicy, mimo to jednak zachodzi zasadnicza różnica pomiędzy typowym gruntem i typową okolicą, ponieważ ta ostatnia, już ze względu na rozmaitość swych gruntów, może nabyć pewnych odrębności. Dla rolnika największe znaczenie ma charakter ziemi, do niego bowiem powinna się stosować uprawa; w razie niemożności odmiennej uprawy każdego rodzaju ziemi, rolnik musi się stosować do tego jej gatunku, który u niego przeważa.

Za typową glebę należy uważać taką, która pod

względem rolniczym przedstawia odmienne własności, aniżeli inne gleby, i która, zajmując przytem znaczniejsze obszary, zasługuje na wyszczególnienie. Różnice mogą polegać albo na tem, że gleba taka sprzyja uprawie pewnych tylko roślin, albo też, że posiada własności, wywołujące potrzebę nadania pewnego, odmiennego kierunku nawożeniu lub uprawie mechanicznej.

Celem tej części niniejszej pracy, jest odszukanie i określenie typów rolniczych pomiędzy gruntami, znajdującymi się u nas. Zobaczymy w dalszym ciągu, że te własności ziemi, które stanowią dla rolnika charakterystykę typu, pozostają nieraz w ścisłym związku z geologicznem pochodzeniem skały, z której owa ziemia powstała. — Często też znając jedynie pochodzenie danej gleby można z całem prawdopodobieństwem wnioskować, że należy ona do pewnego, określonego typu rolniczego, i że możemy na niej uprawiać z korzyścią pewne rośliny, nawożenie zaś i uprawę prowadzić mamy w tym a nie innym kierunku. Że natura ziemi pozostaje w ścisłej zależności od jej pochodzenia, to rzecz jasna; nie zawsze jednak odmienność lub tożsamość pochodzenia geologicznego decyduje o odmienności lub tożsamości wartości rolnej.

Jeżeli w danej okolicy, charakter rolniczy gleby jest ściśle związany z jej pochodzeniem geologicznem, wówczas osiągamy niezmierne korzyści naukowe i praktyczne, możemy bowiem posługiwać się bardzo wybitnemi nieraz cechami geologicznemi, które ułatwiają nam najprzód rozpoznanie pochodzenia gleby, następnie określenie jej własności, wreszcie określenie to rozszerzyć możemy często do bardzo znacznych przestrzeni, dochodząc tą drogą do utworzenia całych, wybitnych rejonów wytwórczości rolnej.

Otóż wobec gleby naszego kraju stoimy w szczególnym wypadku: prawie każdy ze znajdujących się tu typów rolniczych daje się odnieść do pewnej epoki geo-

logicznej lub jej peryodu, czyli, innemi słowami, każda z epok geologicznych, o ile jej osady formują powierzchnię ziemi, dostarczyła odrębnych typów rolniczych. Właściwość tę należy nam wyzyskać dla odszukania typów, ułatwi ona bowiem znacznie rozwiązanie naszego zadania.

ROZDZIAŁ I [1]).

Typy: pierwszy, drugi, trzeci. Uwagi ogólne.

Weźmy najprzód pod uwagę ziemie, znajdujące się na płaszczyźnie, stanowią one bowiem u nas przeważną część kraju, ciągnąc się od północy na południe, mniej więcej do rzek Liswarty, Warty, Pilicy i Wieprza. Napotykane tu na wierzchu osady zostały wszystkie utworzone, podczas epoki dyluwialnej, przez lodowce, posuwające się z północy. W głównej ich masie są one uformowane z materyału, pochodzącego z rozkruszenia szwedzkich i finlandzkich skał krystalicznych. Oprócz tego jednak znajdujemy w nich domieszkę materyału, powstałego z bliższych lub nawet miejscowych skał osadowych, z pomiędzy których ważny brały udział skały wapienne. Osady lodowcowe formowały różnej grubości warstwy piasków, glin i margli, a obecnie przedstawiają się nam na swej powierzchni nie w pierwotnej postaci, ale jako produkty zwietrzenia, powstałe w sposób opisany w poprzedniej części.

Ziemie gliniaste i do nich zbliżone, są dla rolnika najważniejsze; zbadajmy zatem najprzód glinę. Przypuśćmy, że warstwa jej jest 1 do $1^1/_2$ metra gruba i leży na podłożu z piasku. Na powierzchni jest ona piasczysto-

---

[1]) UWAGA: W przytoczonym tu podziale gleby na typy autor uwzględniał *wyłącznie* przestrzeń Królestwa Kongresowego.

(Przyp. wyd.).

gliniasta, wgłąb jednak staje się coraz więcej drobnoziarnistą, gliniastą, słowem, w miarę głębokości, ilość miału resp. gliny stale się zwiększa. Chemiczna analiza dowiodłaby nam, że glina ta w całej swej warstwie nie zawiera śladów węglanu wapniowego, a bardzo nieznaczne ilości wapna znajdujemy tylko, jako części składowe nierozwietrzałych jeszcze krzemianów. Przyczyną tych obu zjawisk jest wietrzenie; glina ta bowiem w pierwotnym swym stanie, zaraz po osadzeniu była od góry do dołu, w całej swej warstwie, jednostajnie drobnoziarnistą, a przytem marglowatą. Tymczasem, przesiąkające przez nią wody atmosferyczne wyszlamowały część miału i gliny z warstwy powierzchownej, osadzając takową niżej, i unosząc ze sobą całkowicie węglan wapniowy. W ten sposób, z pierwotnej marglowatej gliny, powstała warstwa piasczysto-gliniasta, tak często tworząca znaczne przestrzenie naszych gruntów. Jeżeli powyżej opisaną ziemię zechcemy obserwować w praktyce, przekonamy się, że jest ona w uprawie średnio zwięzłą, średnio przepuszczalną i posiada dostateczną siłę napawania się wodą, posiane bowiem na niej w zwykłych latach pszenica i koniczyna nie cierpią na brak wilgoci. Zauważymy jednak przytem, że z powodu braku w niej węglanu wapniowego, ziemia taka jest zimna, nawóz rozkłada powoli (nieraz używać go trzeba w większych ilościach), zakwasza się łatwo, a koniczyna czerwona daje na niej plon bardzo niepewny. Będzie to gleba o dobrych fizycznych, ale złych chemicznych własnościach: nazwiemy ją *typem drugim.*

Weźmy teraz pod uwagę warstwę takiej samej gliny lodowcowej, jak powyższa, ale znacznie od niej grubszą, nie cieńszą n. p. od dwóch metrów. Glina ta, stanowiąc nawet dalszy ciąg poprzedniej, cieńszej, będzie już posiadać odmienne własności, ponieważ zwietrzenie działało tu mniej silnie. Wody, w tym razie trudniej przesiąkając, mniej zmieniły pierwotny charakter tej gliny: będzie ona więcej zwięzłą na swej powierzchni, ale i tutaj, w miarę zagłębiania się, znajdować będziemy coraz więcej miału

czyli gliny, wpływ wietrzenia jest więc i tu widoczny. Uwydatnia się on szczególnie w tem, że węglan wapniowy tak samo został wyługowany, lecz tym razem mniej głęboko, nienaruszone bowiem podłoże marglowate znajdujemy w głębokości 1 do $1^1/_2$ metra. Powyżej natrafimy na cząstki procentu (0,1, 0,2 i t. p.) węglanu wapniowego, a prócz tego na nieznaczne ilości wapna związanego w krzemianach. Szukajmy teraz w praktyce takiego gruntu, utworzonego z grubej warstwy gliny o podłożu marglowatem, a znajdziemy go przeważnie pomiędzy ziemiami pszennemi. Zauważymy, że grunt ten jest przepuszczalny, chociaż trudniej niż poprzedni; następnie jest on wilgotny, przy uprawie zwięzły, w wierzchniej swej warstwie zawiera ślady tylko węglanu wapniowego, posiada jednak podłoże marglowate, w ten składnik bogate. Otóż głębokość tego podłoża określi chemiczne własności gruntu. Podłoże takie oddziaływa na bezwapienną powierzchnię przez kapilarne podnoszenie się roztworów węglanu wapniowego. W tym wypadku jednak zauważymy wpływ dwojakiego rodzaju. Jeżeli w gliniastej, jednostajnej, czem innem nierozdzielonej warstwie, margiel nie leży w podłożu głębiej, jak na 1 metr, to ziemia taka w zwykłych warunkach nie zakwasza się, a substancya organiczna, jak również i nawóz stajenny, rozkładają się w kierunku dla rolnika pożądanym, a koniczyny udają się bardzo dobrze. Gdy margiel jest głębiej, wówczas głęboko sięgające korzenie koniczyny mogą z niego korzystać i roślina ta będzie się udawać, ziemia jednak stanie się, jak mówią praktycy, zimną. Wreszcie gdy marglowate podłoże znajduje się głębiej, niż na $1^1/_2$ metra, wszelki wpływ jego ustaje, a taka glina będzie mieć wszystkie cechy gliny bezwapiennej, opisanej na początku, różniąc się od niej tylko większą zwięzłością i trudniejszą przepuszczalnością.

Warstwa gliniasta o podłożu marglowatem blizkiem, to jest oddziaływającem na bezwapienną powierzchnię, będzie tworzyć tak zwaną ziemię pszenną, o dobrych

fizycznych i chemicznych własnościach, której nadamy miano *typu trzeciego*. Ta sama glina, z podłożem również marglowatem, lecz głębiej położonem, utworzy przejście do typu drugiego.

Jeżeli warstwa gliny średniej grubości (od 1 do $1^1/_2$ metra), którą wzięliśmy za punkt wyjścia, stanie się płytszą, wskutek czego piasczyste podłoże zbliży się do powierzchni, wówczas tem silniej się uwydatni wietrzenie i wpływ wód, łatwiej wsiąkających. W miarę cienkości warstwy, powierzchnia stawać się będzie coraz więcej piasczystą i w końcu nie będziemy prawie w możności oznaczyć grubości warstwy glinkowatej, pokrywającej piasek, warstwa ta bowiem będzie nieznacznie przechodzić w piasek podłoża; ujrzymy przed sobą ziemię piasczystą, o powierzchni glinkowatej, w której kopiąc, znajdować będziemy głębiej coraz grubsze ziarna. Ziemie te, powstałe z rozwietrzenia cienkiej lub pierwotnie więcej piasczystej warstwy gliny lodowcowej, leżącej na piasku, albo też utworzone z rozwietrzenia samego piasku na jego powierzchni (przez rozkład krzemianów, a głównie feldspatu, które dostarczyły trochę gliny), tworzą wszelkie odmiany i przejścia gruntów piasczystych, rozwietrzałych i wyługowanych z wapna nieraz do 10 metrów głębokości. Są to ziemie o złych fizycznych własnościach, a o tyle niezłej chemicznej naturze, o ile są lekkie i suche, to jest kosztem własności fizycznych. Nazwiemy je *typem pierwszym*.

Z powyższego widzimy, że podłoże głębsze nad $1^1/_2$ metra, w wyjątkowych tylko wypadkach może oddziaływać na naturę gleby (n. p. gdy chodzi o wody zaskórne). Natomiast dla poznania i dokładnego zrozumienia natury roli, niezbędnem jest zbadanie bliższego jej podłoża, mianowicie do $1^1/_2$, a nawet do dwóch metrów głębokości, a to dlatego, że glina lodowcowa, będąc nawet pierwotnie wszędzie jednakowej natury, w różnym stopniu zwietrzała, zależnie od stosunku uwarstwowania. Uległa ona tak dalece temu procesowi, że skrajne różnice, dzisiaj widoczne

we własnościach uformowanej z niej gleby są tak silne, że wywołują potrzebę rozdziału na typy, pochodzą w większej części wypadków raczej z przyczyny siły wietrzenia, aniżeli z różnic w pierwotnym składzie glin lodowcowych; gliny te bowiem, pomijając już zboczenia miejscowe, posiadały pierwotnie skład do pewnego stopnia przeciętnie jednostajny, przynajmniej na pewnych, dosyć zresztą obszernych przestrzeniach. To też w rezultacie odległość przepuszczalnego podłoża jest główną przyczyną tak szybkich nieraz zmian w naturze gleby, powstałej z osadów lodowcowych, a zmiany te powodują rozdział na pojedyncze typy, których tu (biorąc w rachunek i piaski), rozróżniliśmy trzy główne. Wszelkie inne tworzyć będą albo przejścia od jednego do drugiego, albo też zaliczyć je należy do odmian miejscowych.

Te trzy typy zatem stanowią:

1) Ziemie piasczyste, o podłożu piasczystem, o złych własnościach fizycznych, są bowiem za suche, o tyle zaś niekwaśne i niezimne, o ile są suche i lekkie. Najlepsze plony dają tu: żyto, kartofle, łubin.

2) Ziemie piasczysto-gliniaste, z podłożem piasczystem, lecz nie bliżej, jak $1^1/_4$ metra lub z podłożem gliniastem lub marglowatem, ale głębiej położonem niż $1^1/_2$ metra; własności fizyczne tych gruntów dobre: są one dostatecznie wilgotne, przepuszczalne i średnio zwięzłe, lecz własności ich chemiczne są złe, gleba bowiem taka jest zimna i kwaśna. Najlepsze plony dają: żyto, kartofle, owies, przy mocnem nawożeniu i pszenica, koniczyna zaś zwykle niepewna.

3) Ziemie gliniaste, z podłożem marglowem czynnem, nie głębiej nad $1^1/_2$ metra, o dobrych fizycznych własnościach, wilgotne, zwięzłe, przepuszczalne; chemiczne własności również dobre, ziemie to bowiem ciepłe. Najlepiej się udają: pszenica, buraki, koniczyna czerwona.

Pierwszymi warunkami, które wywołały i określiły różnice pomiędzy powyższymi typami, były odrębności we własnościach fizycznych gleby, a mianowicie jej zwięzłość

i wilgotność. Że zwięzłość, a zwłaszcza wilgotność, powinny być podstawą dla podziału gruntów, każdy łatwo to zrozumie; obie te własności ziemi zależą jednak przedewszystkiem od zawartości miału, którego znów większa lub mniejsza ilość w warstwie powierzchownej zależy głównie od stopnia zwietrzenia pierwotnego materyału. Ilość miału oddziaływa jednak nietylko na własności fizyczne roli; wywołuje ona jeszcze inną właściwość ziemi, decydującą o jej urodzajności. Składniki mineralne, których roślina potrzebuje dla swego wyżywienia, znajdują się w cząstkach ziemi, które oddać je mogą dopiero przez rozkład; otóż łatwość, z jaką jakakolwiek substancya ulega rozkładowi lub rozpuszczeniu, zależy (pomijając inne okoliczności) głównie od jej rozdrobnienia, czyli jest proporcyonalna do powierzchni cząstek. Dla tej prostej przyczyny, nawozy mineralne działają tem szybciej, im lepiej są rozdrobnione. Zastosujmy to proste prawidło do fizycznych składników ziemi. Przypuśćmy, że pewien jej gatunek składa się z 10 części kamyczków, przeciętnie o 2 milim. średnicy, dalej z 60 części piasku, przeciętnej średnicy 0,2 milim. i 30 części miału, z przeciętną średnicą 0,005 milim. Teraz postawmy pytanie: jaki udział bierze w urodzajności ziemi każdy z tych składników, przypuszczając ich jednakową naturę chemiczną, jedynie ze względu na stopień rozdrobnienia, t. j. jaką mianowicie ilość pożywnych substancyi dostarcza. Ponieważ powierzchnie są w odwrotnym stosunku do średnic cząstek, rachunek więc przedstawi się jak następuje.

$$\text{Kamienie } \frac{10 \text{ (części)}}{2 \text{ (milim.)}} = 5; \text{ piasek } \frac{60}{0,2} = 300;$$

$$\text{miał } \frac{30}{0,005} = 6000$$

Współczynniki rozpuszczalności tych trzech składników będą w stosunku liczb

1 : 60 : 1200

czyli, że kamyczki oddadzą pożywienia 0,08%, piasek 4,92%, miał zaś 95%. Stąd wynika, naprzód, że w urodzajności ziemi czynny udział bierze przedewszystkiem miał, podając rozkładowi największą powierzchnię, piasek zaś i kamyki stanowią zapas pożywienia, który dopiero następnie, przez ich rozdrobnienie, staje się w większym stopniu użytecznym. Analiza chemiczna zatem, jeżeli ma decydować o urodzajności ziemi, powinna głównie brać pod uwagę skład miału. Następnie urodzajność dwóch ziemi, w których miał posiada podobny skład chemiczny, będzie wprost proporcyonalną do ilości zawartego w nich miału, przypuszczając, że pozostałe ich własności są równe.

Otóż skład chemiczny miału glin pochodzenia lodowcowego, jest wogóle na pewnych, dosyć obszernych nawet przestrzeniach, bardzo do siebie zbliżony, co zresztą łatwo sobie wytłómaczyć ich jednakowem pochodzeniem; w tym więc wypadku, mając do czynienia z gruntami geologicznie do siebie podobnymi, sama analiza mechaniczna, oznaczająca ilość miału, może dać wskazówki co do ich składu chemicznego. Że zaś ilość miału przejawia się zewnętrznie w spoistości ziemi, a pochodzenie lodowcowe łatwo rozpoznać po wskazówkach geologicznych (obecność okruchów skał krystalicznych), więc kombinując te dwie zewnętrzne cechy, możemy w przybliżeniu na oko oszacować ilość użytecznych składników chemicznych, znajdujących się w tych gruntach.

Drugim momentem, decydującym o odmienności typu danej gleby, nawet wobec jednakowych innych własności, będzie zawartość w niej węglanu wapniowego; brak bowiem lub obecność tego składnika staje się powodem, że dwie ziemie, chociażby nawet jednakowo w miał uposażone, posiadać mogą zupełnie odmienne własności. Lecz obecność węglanu wapniowego, tak samo, jak i ilość miału, zależy od stopnia zwietrzenia, zawisłego znów od głębokości przepuszczalnego podłoża. W bardzo wielu książkach spotkać się można ze zdaniem, że każda ziemia zawiera węglan wapniowy; trudno zaprzeczyć, że każda prawie

skała, zwłaszcza osadowa, składnik ten zawiera, lecz inaczej ma się rzecz z glebą, powstającą zawsze ze zwietrzenia skały (chociażby i gliny marglowatej). Daleko częściej można napotkać ziemie w swych powierzchownych warstwach bezwapienne, aniżeli zawierające wapno. Za dowód służyć mogą najprzód badania, dokonywane nad gruntami pochodzenia lodowcowego w Prusach, przy układaniu wydawanej tam obecnie mapy geologiczno-rolniczej, które stwierdzają to najzupełniej. W ostatnich czasach badania powyższe dosięgły obszaru gruntów od brzegów Wisły aż do Elby. Następnie przy opisie gruntów gubernii Niżegrodzkiej (zajmującej mniej więcej przestrzeń, o połowę mniejszą od Królestwa Polskiego), prof. Dokuczajew mówi: «gleba glinkowata pochodzenia lodowcowego (suglinok), wszędzie, t. j. w południowej i północnej części gubernii, jest w wierzchniej swej warstwie prawie zupełnie pozbawioną węglanu wapniowego, chociaż leży bezpośrednio na jurajskich lub pstrych marglach, zawierających w sobie 30% lub więcej tego składnika. Zrozumiemy to, skoro nawet czarnoziem symbirski, leżący na osadach kredowych, obecnie zawiera w sobie zaledwie drobny procent wapna» [1]).

Przyglądając się, jako rolnik, różnicom we własnościach i plonach ziemi bezwapiennej i wapno z natury już zawierającej, lub obserwując silne skutki użycia wapna naturalnie na gruntach bezwapiennych, musiałem dojść do przeświadczenia, że obecność lub brak tego składnika jest dostatecznie silnym warunkiem dla wywołania typowych różnic w ziemiach, skądinąd nawet jednakowych.

Dużo pisano o stosunku wapna do reakcyi chemicznych w ziemi, jak również o jego wpływie na produkcyjność gleby. Szczegóły te pozostawiamy na później, tu zaś dodamy ogólnie, że na zachodzie Europy wpływ tego składnika na podniesienie urodzajności i na naturę

---

[1]) «Dyluwialnyja obrazowania Niżegorodskoj gubernii», 1886. Tom XIII, część IV, str. 45.

plonów był oddawna cenionym; to też są miejscowości, gdzie od setek lat używają wapna, podobnie jak nawozu, jako stałego dodatku do roli. Dodatek ten byłby w powyższych miejscowościach napewno oddawna zarzucony, gdyby użycie jego było szkodliwe, jak to się czasami słyszy, najczęściej od tych, którzy nigdy wapna nie używali. Tymczasem dzieje się odwrotnie: w miarę, jak zwiększające się środki komunikacyjne ułatwiają nabycie wapna po niższej cenie, największe powagi rolnicze coraz więcej nakłaniają do jego użycia, akcentując nieraz bardzo silnie wypowiedziane zdania o ważności znajdowania się tego składnika w roli. Przytoczę tu parę na to dowodów.

Schultz z Lupitz mówi: «Wapno jest podstawą wszelkiej kultury i każdego dochodu; podlega ono tak łatwo wyługowaniu z ziemi, że zwrot jego jest konieczny. Na ziemi w wapno ubogiej, użycie innych składników nawozowych nie opłaca się; mierzwa działa na takiej ziemi przedewszystkiem małą ilością wapna, którą zawiera» (1882).

Grandeau: «Wiele gruntów napływowych dyluwialnych, nie zawiera wapna, a wszelkie dążności do ich poprawienia dopóty będą bezowocne, dopóki się im nie doda brakującego wapna» (1889).

Müntz i Girard: «Ziemie, w których brakuje wapna, są nieodpowiednie dla uprawy» (1889).

Orth: «Pochodzę z górzystej okolicy, gdzie użycie wapna palonego wydało cudowne rezultaty.

Na bardzo wielu rodzajach gleby, bez użycia wapna niepodobna podnieść gospodarstwa i jestem stanowczo przekonany, że na tych ziemiach gospodarstwo musi się cofnąć, jeżeli nie będziemy im dodawać wapna. Dotąd i teoretycznie i praktycznie zwracano zbyt mało uwagi na wyługowanie wapna z ziemi» (1887).

Heyden: «Dla gleby, w wapno ubogiej, jak n. p. w tej okolicy (Pommritz), nawożenie wapnem jest niezbędne dla koniczyny i można stanowczo twierdzić, że należy wapnować za każdym razem przed siewem koniczyny. Zanie-

dbanie tego uważam jako niebezpieczeństwo grożące stałemu urodzajowi tej rośliny» (1883).

Risler: «Ziemie bezwapienne bez użycia wapna nie mogą dobrze rodzić ani pszenicy, ani koniczyny; trzeba się tu ograniczyć do uprawy żyta, owsa, kartofli i tatarki. Gospodarstwa takie nie mogą egzystować bez łąk, tylko bowiem siano, przy pomocy otrzymanej z niego mierzwy, zwraca trochę wapna, brakującego w roli. Pobudowane drogi i koleje oddziaływają na podniesienie rolnictwa, dostarczając wapna po nizkiej cenie» (1884).

Te kilka, ogólnie przytoczonych zdań, znanych powag naukowych, wystarczą chyba tymczasem na usprawiedliwienie, dlaczego oddzieliliśmy typ gliniasty wapienny od bezwapiennego; szczegółowe zaś motywy uwydatnią się czytelnikom coraz lepiej w dalszym ciągu tej pracy.

ROZDZIAŁ II.

Wietrzenie gruntów typowych w przykładach wziętych z natury.

Przy powyżej podanym opisie typów gleby, powstałej z rozwietrzenia osadów lodowcowych epoki dyluwialnej, poznaliśmy okoliczności, wywołujące zmiany ich własności rolniczych, które to zmiany były określone ilością zawartego w glebie miału, jak również obecnością lub brakiem węglanu wapniowego. Przekonaliśmy się, że stopień zwietrzenia tych osadów, zależny od grubości warstwy, tudzież od głębokości przepuszczalnego podłoża, a więc od uwarstwowania, częściej staje się tu przyczyną zmian w naturze gleby, aniżeli nawet odmienność składu materyału pierwotnego, z którego następnie powstała rola. Dlatego to znajomość uwarstwowania jest tak ważną przy badaniu tych gruntów, tembardziej, że charakterystyczną cechą osadów lodowcowych jest właśnie nadzwyczaj szybka zmienność uwarstwowania, w porównaniu z osadami innych epok. W glebach typowych innego pochodzenia, uwarstwowanie grać będzie rolę podrzędną, tu jednak należy je poznać dokładniej.

Wzajemny stosunek uwarstwowania, zwłaszcza w tak ścisłych granicach, w jakich je rolnik znać potrzebuje (t. j. biorąc pod uwagę zmiany do głębokości 2 metrów), nieraz już na małych odległościach tak szybko się zmienia, że nawet na kosztownych mapach geologiczno-rolniczych o wielkiej skali (1 : 25.000, jak n. p. obecnie wyda-

wane pruskie), oznaczyć go niepodobna. Rolnik znać musi więcej szczegółowo zmiany, napotykane na przestrzeni swego gruntu. Mapy podobne mogą wprawdzie stanowić dlań bardzo cenną wskazówkę, ale ostatecznie musi on umieć sam badać swoją ziemię, tembardziej, że map takich u siebie nie posiadamy. Aby ułatwić możność obserwacyi, podamy poniżej przykłady wzięte z natury i opiszemy chociażby parę dobrze nam znanych majątków, wraz z przedstawieniem tworzącej je gleby, a także uwarstwowania ziemi, które uwarunkowało własności i charakter roli.

Rzecz jasna, że uwarstwowanie zależy od czynników geologicznych; mimo to, w pojedynczych wypadkach, możnaby badać naturę warstw, nie troszcząc się o geologiczne pochodzenie każdej z nich osobno, a pamiętając jedynie o tem, że wszystkie one są pochodzenia lodowcowego, że więc stąd posiadać muszą pewne ogólne cechy i własności, tego rodzaju osadom właściwe. W ten sposób możnaby nabyć niejakiego pojęcia o miejscowych warunkach, wywołujących zmianę w naturze badanej gleby. Jeżeli jednak zechcemy poznać ten przedmiot obszerniej, czy to w celu porównania pomiędzy sobą gleb różnych majątków, czy też dla przekonania się, o ile sposób uprawy lub nawożenia, stosowany w pewnej miejscowości, posiadałby szanse powodzenia w innej; jednem słowem, jeżeli pragniemy zapatrywać się ogólniej na kwestyę natury gleby, wówczas musimy uwzględniać więcej szczegółowo jej pochodzenie geologiczne. Niedość będzie wiedzieć, że to są wszystko ziemie pochodzenia lodowcowego; nieraz okaże się wielce pożądaną, a nawet niezbędną, wiadomość: w jakim mianowicie peryodzie tej epoki lodowcowej, powstała każda z warstw pojedynczo badanych. Osady bowiem pojedynczych peryodów, czyli tak zwane piętra (piętrem nazywamy zbiór wszystkich warstw, utworzonych w pewnym peryodzie danej epoki), różnią się pomiędzy sobą najprzód pewnemi charakterystycznemi różnicami w pierwotnym składzie formujących je warstw, a także, biorąc

przeciętnie, grubość w jednych bywa większą, aniżeli w drugich. Następnie, każda warstwa, odpowiednio do piętra, do którego należy, zajmuje pewne określone położenie w całym szeregu osadów lodowcowych: jedne z tych warstw zajmują zawsze w okolicy stanowisko wyższe, aniżeli drugie, a wskutek tego znajdują się zwykle dalej od ogólnego poziomu wód. W rezultacie, oprócz różnic w pierwotnym składzie, każde z pojedynczych piętr osadów epoki lodowcowej zachowało pewną odrębność w stosunku do procesów wietrzenia: jedne były na to narażone silniej, drugie słabiej, o czem była już mowa w części poprzedniej, przy opisie wietrzenia. Stąd wynika, że zwykle napotykamy przewagę pewnego typu rolniczego w osadach, należących do pewnego piętra, utworzonego w pewnym peryodzie omawianej epoki.

Dla powyższych względów, przy opisach, podanych niżej, będziemy także brać pod uwagę pochodzenie geologiczne oddzielnych warstw. Należy tu przypomnieć, że peryod przedlodowcowy epoki dyluwialnej dostarczył warstwowanych osadów piasczystych, gliniastych i iłowatych, które, razem wzięte, formują najniższe piętro tej epoki, leżące bezpośrednio na dawniejszych skałach przeddyluwialnych, jak n. p. trzeciorzędowych, kredowych, jurajskich i t. p. Na niem leży drugie piętro, złożone z grubych osadów niewarstwowanych glin, utworzonych podczas peryodu pierwszego zlodowacenia. Wyżej leży trzecie piętro, przeważnie piasków warstwowanych z peryodu międzylodowcowego. Wreszcie, na samym wierzchu, formuje czwarte piętro zwykle cieńszy już osad niewarstwowanych glin, powstały w peryodzie drugiego zlodowacenia. Nie w każdej jednak miejscowości znajdujemy te wszystkie cztery piętra; już pierwotnie mogło którego brakować, lub też jedno z nich albo więcej, zostało zniszczone działaniem wód, wyżłabiającem (erozyjnem), lub też splukującem (denudacyjnem). Napotykamy miejscowości, gdzie po zniesieniu górnej gliny, powierzchnię tworzy obecnie piasek międzylodowcowy lub nawet, po usunięciu

tego, została odkryta dolna glina. Dla uproszczenia będziemy nazywać gliną dolną — gliny niewarstwowane, osadzone w peryodzie pierwszego zlodowacenia, gliną zaś górną — takież gliny z drugiego zlodowacenia.

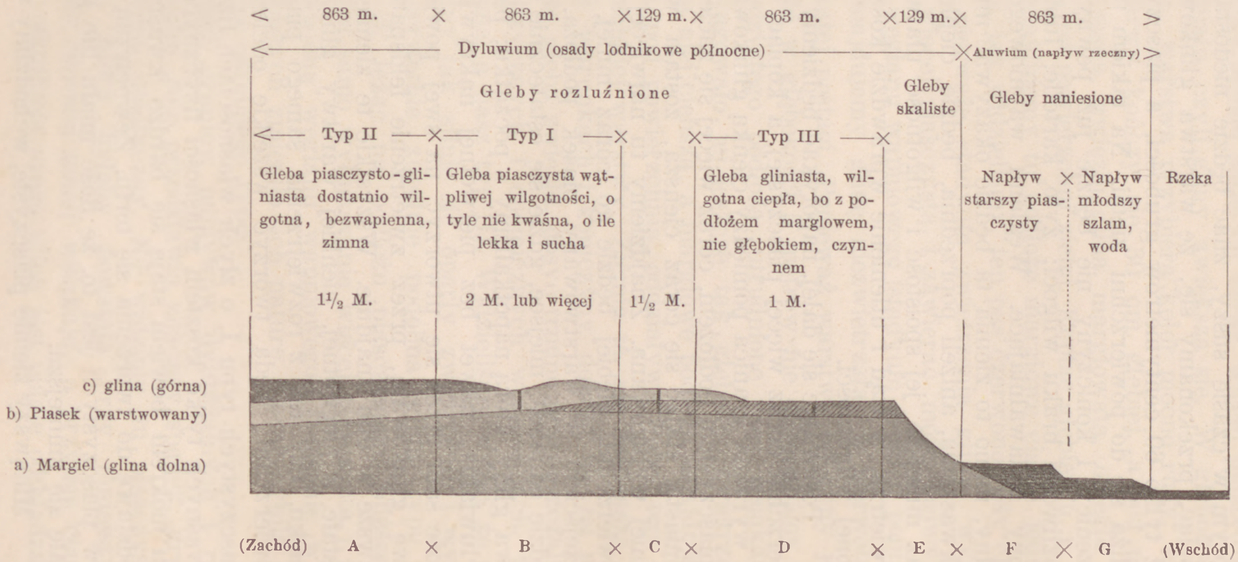
Teraz przechodzimy do opisu majątku M.

Majątek ten, leżący nad dużą rzeką, składa się z dwóch części: zachodniej wyższej, pochodzenia lodowcowego, dyluwialnego i wschodniej, nizinnej, aluwialnej, pochodzenia rzecznego. Jak widzimy z przekroju (Fig. 1), są tu trzy piętra osadów dyluwialnych: najniżej zwięzła, niewarstwowana glina *a*, powstała w czasie najścia pierwszego lodowca; na niej leżą uwarstwowane piaski *b*, peryodu międzylodowcowego, wreszcie na samym wierzchu, cieńszy już pokład niewarstwowanej, tak zwanej górnej gliny *c*, utworzonej przez drugi lodowiec. Warstwy te jednak nie pokrywają całej przestrzeni pól; istniały one, lecz zostały spłukane przez wielkie dawniej wody sąsiedniej rzeki. Od strony zachodniej, w części *A*, wchodzimy na grunt piasczysto-gliniasty, przepuszczalny, pod nim bowiem znajduje się warstwa piasczysta, na $1\frac{1}{2}$ metra głęboka; mimo to, jest on dostatnio wilgotny, posiada dostateczną siłę napawania się wodą, wynikającą z odpowiedniej grubości warstwy i jej mechanicznego składu. Kopiąc tu w głąb, zauważymy, że stanowiąca powierzchnię piasczysto-gliniasta gleba w podglebiu staje się coraz więcej drobnoziarnistą, czyli gliniastą, a kończy się podłożem warstwowanego piasku. W całej jednak głębokości warstwy *c* nie znajdziemy śladu węglanu wapniowego, ale nieznaczne tylko ilości wapna w połączeniu z krzemianami. Dlatego grunt ten jest zimny, nawóz w nim zakwasza się, rozkłada się powoli, a urodzaj koniczyny, pomimo dostatku wilgoci, bywa bardzo zwodniczy. Pszenica daje więcej słomy aniżeli ziarna i to często lichego. Będzie to wyżej opisany typ II ziemi, o dobrych własnościach fizycznych, ale złych chemicznych, pochodzących z braku węglanu wapniowego.

Idąc dalej ku rzece, w część oznaczoną literą *B*,

Fig. 1.

Majątek M. nad dużą rzeką (profil szematyczny).



napotykamy grunt o powierzchni więcej piasczystej, na którym w czasie suszy, znać będzie niedostatek wilgoci. Kopiąc, przekonamy się, że warstwa glinkowata posiada już tylko 60 centymetrów grubości, a piasczyste podłoże zbliża się do powierzchni ziemi. Na takiem polu urodzaj pszenicy i koniczyny nie będzie już pewny, dla samej możliwości braku wilgoci; żyto, kartofle, łubin, wydadzą plony zadawalniające. Węglanu wapniowego brak zupełny, mimo to ziemia ta będzie okazywać mniejsze ślady zakwaszenia, aniżeli poprzednia, będzie cieplejszą, ponieważ mniejsza jej spoistość i wilgotność ułatwia przystęp powietrza, a stąd i utlenienie wprawdzie kosztem zmniejszonej wilgotności.

Posuwając się dalej, napotykać będziemy ziemie o powierzchni coraz więcej piasczystej, a kopiąc, zauważymy, że wyraźna granica pomiędzy cienką glinkowatą warstwą i piasczystem podłożem, coraz więcej się zaciera: warstwa gliniasta, stając się coraz cieńszą, została w miarę tego silniej wyługowaną. Znajdziemy tu najwięcej miału przy powierzchni, głębiej będzie go coraz mniej, z powolnem przejściem w warstwowany piasek podłoża. Trudno też będzie odnaleźć miejsce, gdzie się ostatecznie kończy warstwa gliny, którą napotkaliśmy z początku; piasek bowiem dyluwialny, nawet bez pierwotnej nakrywki gliniastej, może sam przez się utworzyć na swej powierzchni warstwę glinkowatą, przez zwietrzenie feldspatu, który się zawsze w nim znajduje. Wszystkie te ziemie, czy to powstałe z pierwotnej, cienkiej warstwy gliny, leżącej na piasku, czy też z rozwietrzenia samego piasku na jego powierzchni, będą tworzyć wszelkie odcienia gruntów piasczystych typu I, o złych własnościach fizycznych, nie kwaśnych tylko kosztem własności fizycznych, w położeniu mokrem bowiem stają się bardzo kwaśne, służąc za podstawę do tworzenia się torfu. Zewnętrzną cechą gruntów piasczystych jest to, że ilość miału lub gliny w głąb stale się zmniejsza.

Minąwszy ziemie piasczyste, wchodzimy w punkcie *D*,

na grunty o powierzchni gliniastej, gdzie kopiąc, widzimy, że glina głębiej staje się coraz więcej plastyczną, ilość więc miału czyli gliny zwiększa się. W głębokości n. p. 60 ctm., warstwa przybiera kolor mocno rudy, lecz piasek tej barwy kończy się 30 cm. głębiej, a pod nim zaczyna się jasna, zwięzła glina marglowata, odległa 90 centymetrów od powierzchni ziemi. Kopiąc głębiej, n. p. do 5 metrów, znajdujemy tu podłoże marglowe ciągle jednakowem. Otóż, jak widzieliśmy, ten pas czerwono-rudy charakteryzuje pierwsze stadyum zwietrzenia gliny, wyżej ziemia jest więcej piasczystą i zawierać może najwyżej ślady tylko węglanu wapniowego (stadyum drugie); poniżej tego pasa znajdujemy glinę niezwietrzałą, w pierwotnej jej, marglowatej postaci. Ponieważ warstwa tej gliny jest tak gruba, że w głębokości 5 metrów nie dokopaliśmy się jeszcze piasczystego podłoża, utrudnione więc wsiąkanie wód nie wyługowało jej jeszcze tak głęboko; zwietrzała skóra jest na niej cieńszą, a marglowe podłoże, znajdujące się o 90 cm. pod powierzchnią, oddziaływa wobec tego na naturę wierzchniej warstwy. Ziemia ta nie zakwasza się w zwykłych warunkach i koniczyny dobrze się na niej udają. Jest to gleba zwięzła, dosyć trudno przepuszczalna, o dobrych fizycznych i chemicznych własnościach, tak zwana pszenna, a nasz typ III. Widzieliśmy wyżej, że nie wszędzie gliny tak silnie się oparły zwietrzeniu i wyługowaniu; pierwotnie zupełnie podobna glina typu II, w punkcie *A*, leżąc na podłożu piasczystem, bliższem, stała się przez samo wyługowanie więcej piasczystą i zupełnie pozbawioną węglanu wapniowego. Położenie więc warstw gliniastych zmieniło ich naturę i przyczyniło się do utworzenia odrębnego typu.

Na samej granicy napływów dyluwialnych i rzecznego aluwium, pole przedstawia znaczny spadek, grunt jego jest bardzo plastyczny. Nie widzimy tu piasczystej powierzchni, która byłaby powstała przy mniejszym spadku; wody bowiem mniej wsiąkają, a przytem ciągle ją spłukują, skutkiem czego glina jest ciągle odmładzana

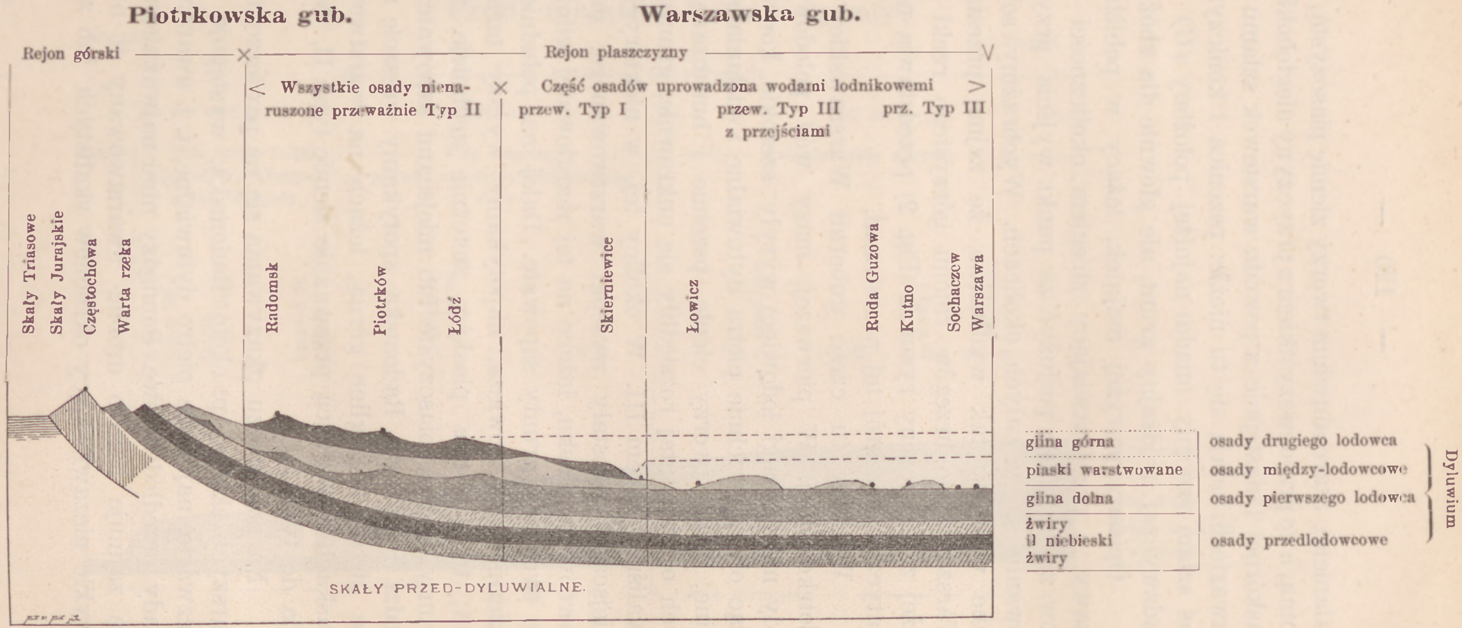
i spodni margiel na jaw wychodzi. W tem miejscu glina nie zawiera próchnicy, jest surową, mniej urodzajną, tworząc utwór lokalny, nie przedstawiający wyniku prawidłowego wietrzenia, napotykanego przy większych przestrzeniach.

Zwracając się na drugi brzeg pól gliniastych, oznaczony literą *C*, znajdujemy glinę, pokrytą cienką warstwą piasku, którego pokład dalej znacznie grubnieje. Przez tę nakrywkę utworzyła się ziemia o powierzchni mniej spoistej, margiel zaś znajdować się będzie głębiej, nie oddziaływając na warstwę wierzchnią; grunt taki będzie odmianą miejscową typu II. Tutaj, dla poprawienia ziemi, moglibyśmy użyć marglu znajdującego się w niedalekiem podłożu; w punkcie zaś *A*, gdzie jest normalny typ II, niema dla tej melioracyi pod spodem blizkiego marglu. Ogólny poziom wód, jak to widzimy z rysunku, jest dosyć głęboko; w przeciwnym jednak razie taka piasczysta nakrywka może wywołać bardzo niepożądane zjawisko. Glina zwięzła, nawet sama przez się średnio wilgotna, pokryta cienką warstwą piasku, stanie się mokrą, piasek bowiem przeszkadza wyschnięciu jej powierzchni, tworząc przerwę w kapilarności warstwy, a przerwa ta powoduje osłabienie działania nawet nie głębokiego marglowego podłoża i przyczynia się do ułatwienia zakwaszenia się gruntu.

Dla utworzenia całości szkicu w opisie powyższego majątku, dodać jeszcze musimy kilka słów o aluwium rzecznem. Dawne wielkie wody, nie mając jeszcze tak wygłębionego koryta, jakiem je dzisiaj widzimy, rozlewały się szeroko i zebrały z wyższych pól część osadu górnej gliny, oraz dolnego piasku, odsłaniając spodnie warstwy. Później, wgłębiając się coraz silniej w utwory dyluwialne, sięgały tylko do punktu *E*. Wreszcie i to koryto było już za obszerne i podczas przyboru wody zasypywały je w punkcie *F* piaskiem, osadzając na nim w czasie mniejszej wody warstewki szlamu. W ten sposób powstał starszy rzeczny napływ. Teraz wody płyną obecnem korytem, a w czasie przyboru pokrywają część *G* madą rzeczną

Fig. 2.

SZEMATYCZNY PROFIL.



(szlamem). Stare aluwium tworzy ziemię piasczystą, ale wilgotną, a to przedewszystkiem z przyczyny niegłębokiej wody zaskórnej i następnie z powodu warstewek szlamu w niem zawartego; udają się tu nieźle: pszenica i koniczyna. Sam zaś szlam rzeczny (mada) najniżej położony *(G)* stanowi nadzwyczaj urodzajny grunt, ale głównie dla zbóż jarych.

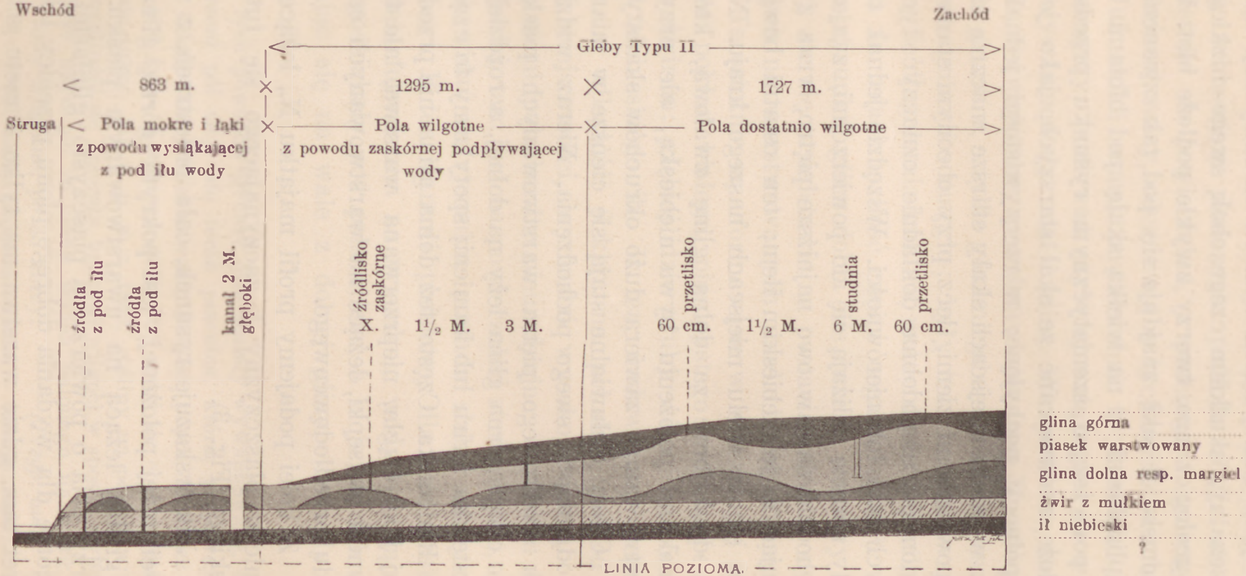
Opisany powyżej majątek, leżący w pobliżu Warszawy, a przedstawiający zbiegiem okoliczności tyle typów ziemi, może posłużyć za punkt wyjścia przy oryentowaniu się w całych okolicach. Wyobraźmy sobie opisane warstwy tak wydłużone, że zajmą przestrzeń od Warszawy do brzegów rejonu górzystego rzeki Warty; niżej zamieszczony rysunek (Fig. 2) przedstawia nam szematyczny przekrój tej przestrzeni.

Widzimy tu część gubernii Warszawskiej i część Piotrkowskiej. W pierwszej, masy wód polodowcowych (gdy minął drugi lodowiec) wyryły szerokie koryto, znosząc oba wierzchnie piętra dyluwialne i odsłaniając dolną glinę, która tworzy ciepłe, pszenne i buraczane ziemie tych okolic; tutaj rozsiedliły się cukrownie, grunty te nazwaliśmy typem III. W okolicy tej, w niektórych tylko miejscach pozostały wysepki warstwowanego, międzylodowcowego piasku, leżące na tej marglowatej glinie i często tworzące grunty sapowate. Dalej na południe, około Skierniewic i Łowicza, napotykamy wyższy taras łożyska; tu warstwa piasków znacznie grubnieje, tworząc grunty typu I, piasczyste lub miejscami sapowate. Około Łodzi, Piotrkowa, Radomska, spotykamy wreszcie najwyższe piętro, t. j. glinę górną, leżącą na warstwowanych piaskach i tworzącą przeważnie ziemie typu II, lub przejścia do typu I.

Na pograniczu ukazywania się na powierzchni ziemi starszych skał n. p. około Radomska, występuje na jaw i czwarte, najniższe piętro dyluwialne, t. j. uwarstwowane osady przedlodowcowe. Pomiędzy nimi najważniejsze miejsce zajmuje bardzo drobno uwarstwowany ił niebieski, zwykle niezawierający okruchów skalistych lub zawiera-

Fig. 3.

Profil majątku N. (szematyczny).



jący je w małej ilości. Jest on nadzwyczaj trudno przepuszczalny, skutkiem czego obok swego nizkiego położenia geologicznego, tworzy zwykle podłoże błot. W okolicy Radomska ił taki znajduje się pod tak zwanemi błotami Kruplińskiemi, a na wielką skalę pod błotami Pińskiemi. Na powyższym szematycznym rysunku przedstawiliśmy podłoże, uformowane ze skał starszych, jako jednostajnie ku północy pochylone; w rzeczywistości jednak tak nie jest: w wielu miejscach skały starsze znacznie się zbliżają do powierzchni ziemi, lecz przy obecnym stanie naszych wiadomości niepodobna dokładnie oznaczyć tych podziemnych fałd lub nierówności. Wszędzie jednak tam, gdzie skały starsze zbliżają się do powierzchni, zdaje się także wychodzić na jaw owo najniższe piętro, wraz z charakteryzującym je niebieskim iłem; ten ostatni bowiem napotyka się w wielu miejscach naszego kraju. Nie należy go jednak brać za dolną glinę zwałową, która często w mokrem położeniu bywa niebieską, ale przytem nieuwarstwowaną i zawiera dużo okruchów skalistych.

Osady dyluwialne stają się cieńsze w miarę odległości od miejsca swego pochodzenia. Nieraz widzieć można brak środkowego piętra warstwowanych piasków, skutkiem czego górna glina leży na dolnej, a rozdziela je tylko warstewka żwiru lub kamieni; spotykamy to często w okolicy Radomska. Często też dolna glina nie przedstawia się tutaj jako ciągła, nieprzerwana warstwa, ale tworzy pojedyncze wysepki, leżące na warstwowanych osadach peryodu przedlodowcowego.

Z kolei podajemy profil majątku N., leżącego na pograniczu płaszczyzny i zaczynającego się tutaj pasma górskiego (Fig. 3).

Jak wskazuje rysunek, cała przestrzeń, z wyjątkiem części niżej położonej, jest pokryta górną gliną $1^1/_2$ metra grubą, leżącą na uwarstwowanym piasku. Glina ta tworzy pola o powierzchni piaszczysto-gliniastej, dostatnio wilgotne dla wydania dobrego plonu pszenicy i koniczyny, nawet tam, gdzie warstwa ma tylko 1 metr grubości. Na

rysunku są oznaczone dwa miejsca, jako przepaleniska, (przetliska), tu bowiem piasczyste podłoże zbliża się na 60 centymetrów do powierzchni, a pszenica i koniczyna, podczas dłuższej suszy, odczuwają w tych miejscach brak wilgoci. Już skład samej powierzchni tych miejsc jest więcej piasczysty, ponieważ szybciej wsiąkające tu wody silniej tu wyszlamowały miał i glinę. Wszystkie te ziemie są zupełnie bezwapienne, przedstawiając typ II powyżej określonych gruntów, a tylko gdzieniegdzie możnaby jeszcze znaleźć małe gniazdko marglu; były też mocno kwaśne, tembardziej, że długoletnia kultura, wobec dostatniej wilgoci, dostarczyła im znaczną ilość części organicznych [1]). Jak widzimy w rysunku, glina dolna nie tworzy warstwy nieprzerwanej, ale się przedstawia w postaci wałów i wysepek, leżących na warstwowanych osadach epoki przedlodowcowej. Te ostatnie są uformowane w wierzchniej warstwie, przez pokład białego, piasczystego mułku, pomieszanego ze żwirem; głębiej idzie gruby więcej niż 5 metrów osad niebieskiego iłu. Ił ten, nadzwyczaj nieprzepuszczalny, w odległości 8 klm. na południo-zachód od opisywanej miejscowości, wychodzi wysoko, tworząc powierzchnię ziemi (pola bardzo nieurodzajne, w pobliżu skał epoki jurajskiej, tam już na powierzchni sterczących), dlatego ił, jak widać na rysunku, posiada słabe nachylenie ku wschodowi. Ił ten stanowi podstawę dla wód zaskórnych (studnia folwarczna na rysunku); wody te, idąc za spadkiem, podsiąkały pod pola niższe, a w jednej ich części, opierając się na wale z dolnej gliny, wznosiły się

---

[1]) Dla tych powodów grunty owe zostały wywapnowane, a na całej przestrzeni pól sieje się teraz pszenica, która, przy wapnie, udaje się na takiej samej ilości nawozu, jaką się poprzednio, bez wapna, dawało pod żyto. Koniczyna czerwona rodzi się obecnie doskonale. W czasie suszy, jak n. p. w r. 1889, rośliny na polach wywapnowanych najdłużej się opierały brakowi wilgoci w sposób wybitny. Na pola wyższe użyto po 25 korcy wapna palonego na mórg, na pola niższe, więcej wilgotne, po 35 korcy. *(Przyp. aut.)*.

Mowa tu o Dubidzach, majątku autora. *(Przyp. wyd.)*.

w latach mokrych blizko powierzchni, tworząc przytem źródlisko w miejscu X, gdzie był zakręt tego gliniastego wału. Podziemny wał przekopano w tem miejscu rowem 2 metry głębokim i wody odpłynęły. Pola mokre i łąki są zabezpieczone od napływu wód obcych kanałem (2 metry głębokim i 2½ wiorsty długim). Tu jednak źródła biją z pod iłu w miejscach najniższych, gdzie warstwa jego jest najcieńszą i stąd wody rozlewają się wyżej. W tym wypadku zabezpieczają od zbytecznego zamoczenia rowy, przekopane w tych właśnie miejscach, gdzie są źródła.

Z tej krótkiej wzmianki widzimy, że dla zrozumienia biegu wód podziemnych i usunięcia ich szkodliwości, musi być zbadane uwarstwowanie ziemi i to nieraz głęboko, aby uniknąć melioracyi, nieopartych na usprawiedliwionej dostatecznie zasadzie, o skutku wątpliwym, zależnym od wypadku.

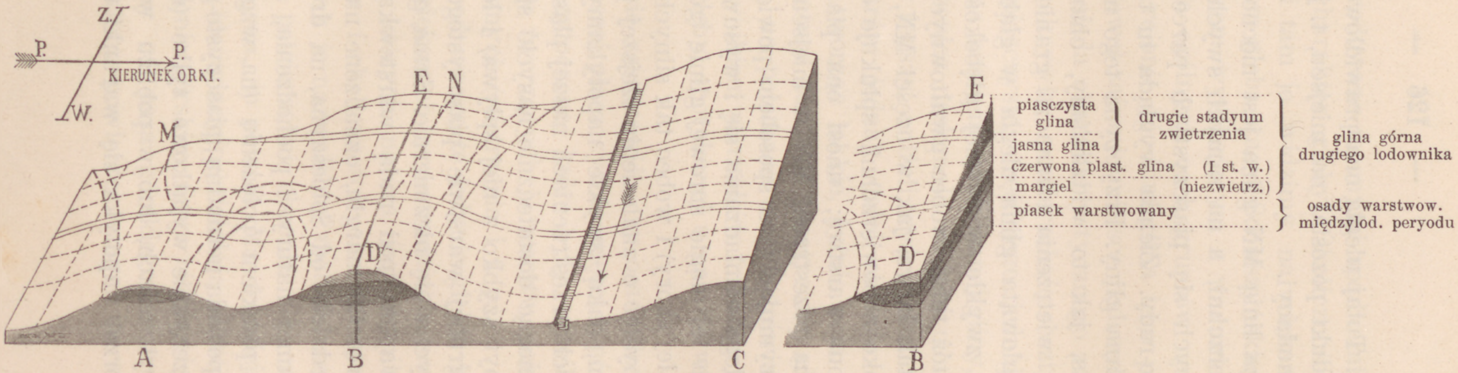
Za przykład, jak się natura i właściwości gruntu odrazu rozjaśniają, gdy zbadamy jego uwarstwowanie, niechaj posłuży opis pola doświadczalnego w Sobieszynie (Gub. Lubelska).

Jest to kawałek 30-to morgowy, wykrojony z przestrzeni folwarcznej. Powierzchnia pola przedstawia ogólny spadek podłużny z zachodu na wschód; w tym kierunku ciągną się trzy grzbiety wzniesień A, B, C. (Fig. 4), tworząc silne poprzeczne spadki. Całe głębsze podłoże uformowane z pręgowanego, t. j. uwarstwowanego piasku (z peryodu międzylodowcowego), a część powierzchni pola, na dwóch grzbietach, jest pokryta niewarstwowaną gliną górną. Ta ostatnia, jak widać z rysunku, przybiera od strony wschodniej kształt jakby dwóch rogów, które schodzą się ku zachodowi, tworząc obszerniejszą, gliniastą przestrzeń (profil od tyłu). Glina ta, na przestrzeni oznaczonej mniej więcej linią MN, przedstawiając spadek słabszy, powodujący wsiąkanie wody, nabyła więcej piaszczystej powierzchni, takiej, jaką zwykle widzimy na glinach dyluwialnych, położonych na większych przestrzeniach naszej płaszczyzny, to jest wobec mniej gwałtownych

Fig. 4.

Sobieszyn, stacya doświadczalna (plan szematyczny).

Przecięcie przez B, D, E.



spadków. Tutaj uległa ona prawidłowemu zwietrzeniu, którego produkt pozostał na miejscu, t. j. nie uległ spłukaniu czyli denudacyi.

Poza linią MN glina jest mocno plastyczną na swojej powierzchni, a na samych swych brzegach, przy zaczynających się piasczystych parcelkach, posiada kolor czerwono-rudy. Ziemia wygląda tu tak, jak świeżo odkopana ściana gliny. Przyczyna tego naturalna i jasna: ten rudy pas, jak to widzieliśmy, charakteryzuje pierwsze stadyum wietrzenia i oznacza granicę, do której pierwotna marglowata glina uległa w głąb zmianie, a znajdujemy go zwykle w pewnej głębokości pod powierzchnią ziemi. Otóż tutaj, wobec gwałtownych spadków, woda nie wsiąka tak łatwo, jak w części MN, a przytem, spływając szybko z powierzchni, spłukuje ciągle jej najwyższą, rozluźnioną warstwę; unosi ona piasczystą powierzchnię (leżącą na przestrzeni MN w miejscu swego uformowania się), utrzymując tym sposobem powierzchnię gliny w stanie ciągłego odmładzania się i wysuwając na jaw warstwę rudą. Na tej ciągle surowej glinie (gdyż tu niema starszej, zwietrzałej skóry) i wobec tak silnych spadków, nie można nawet myśleć o znalezieniu lżejszej powierzchni, zasilonej humusem, jaką zwykle napotykamy na obszerniejszych gliniastych przestrzeniach naszej płaszczyzny. Nadto, glina ta, nie mogąc dostatecznie nasycić się wilgocią (woda bowiem zbyt szybko z niej spływa) i leżąc w tak małej ilości na grubej warstwie piasczystego podłoża, w danym razie zsycha się niezmiernie. Sama gleba nie zawiera węglanu wapna; pod rudą warstewką gliny znajdują się jeszcze resztki marglu, oznaczone na rysunku.

Niedaleko od Sobieszyna, na drodze z Dęblina, glina takiej samej natury i pochodzenia, ale w obszerniejszem i więcej płaskiem położeniu (na wzgórzu, gdzie stoją cegielnie), posiada normalną, piasczysto-gliniastą powierzchnię. Na płaszczyznie wyjątkowo tylko (najczęściej na wyniosłych wybrzeżach, lub w pobliżu większych rzek — jak tu Wieprza) napotyka się warunki tak silnego spłukiwa-

nia (denudacyi), spowodowane mocnymi spadkami, a więc i wynikający stąd charakter gleby. Okoliczności te cechują rejon górski i tam je widzimy na większej przestrzeni; gliniasta zatem gleba stacyi Sobieszyńskiej (oprócz części MN) jest utworem wynikającym z warunków miejscowych i nie posiada ogólnych cech gruntów naszej płaszczyzny. Że zaś w rejonie górskim glina tego pochodzenia (lodowcowa, zwałowa) zajmuje miejsce podrzędne, więc i dla tego pasa nie posiada charakterystycznego znaczenia.

Poza gliniastą nakrywką, powierzchnię reszty parcelek tworzy podłoże piasczyste, część jego jednak (aż do rowu), ciągle użyzniana kosztem spłukiwanej gliny, jest tak urodzajną, że się pszenica doskonale na niej udaje. Jako gleba, piasek ten jest lepszy, aniżeli wyżej położona glina; sto kilkadziesiąt metrów jednak dalej okazuje on swój właściwy charakter, tworząc lekkie, żytnie pola.

W rezultacie, natura zarówno plastycznej gliny, jak i namulonego piasku, na poletkach stacyi doświadczalnej w Sobieszynie, jest wynikiem warunków miejscowych i nie posiada charakteru gleby, spotykanej u nas na większych przestrzeniach.

Teraz musimy się zastanowić, czy osady lodowcowe nie dostarczyły na naszej płaszczyznie więcej typów gleby, aniżeli poprzednio przytoczone, które były wynikiem powyżej opisanej natury tworzących je warstw, ich układu i czynników zewnętrznych (wietrzenia i t. p.).

Weźmiemy tu pod uwagę te jedynie gleby, które napotkać możemy na większych przestrzeniach naszej płaszczyzny, to jest te, których natura jest wynikiem zewnętrznych wpływów i okoliczności, charakteryzujących płaszczyznę, gleby, jak je nazwaliśmy rozluźnione, mianowicie, gdzie na ich powierzchni obecnie nic osadu nie przybywa, a jeśli ubywa, to powoli. Ma to miejsce tam, gdzie siły spłukujące (denudacyjne) działają słabo, nie tak energicznie, jak w rejonie górskim, czem różnią się typowe własności płaszczyzny od pasa górskiego; słowem tam, gdzie zmiany w charakterze powierzchownych warstw ziemi

są głównie wynikiem wody wsiąkającej, a także powolnie spływającej.

Pomijamy więc wszelkie ziemie, utworzone nienormalnie, których własności wynikają z warunków ściśle miejscowych, niesięgających daleko.

Wyłączamy stąd mianowicie: glebę na tak mocnych spadkach, jakie wyjątkowo tylko mogą się znajdować na większych przestrzeniach płaszczyzny, to bowiem cechuje rejon górski; dalej ziemie mokre, ale z przyczyny położenia i podsiąkającej pod nie wody, a nie z powodu natury (nieprzepuszczalności) warstwy je formującej, jak niemniej takie ziemie, w których gromadzą się osady wapienne lub żelaziste, przyniesione przez wody zaskórne; wreszcie gleby, ulegające chwilowym, przypuśćmy wiosennym zalewom i wogóle nizinne. Ziemie w końcu wymienione możemy tembardziej pominąć, że część ich nie kwalifikuje się do tego działu już z samej natury ich pochodzenia; są to bowiem tak zwane ziemie aluwialne, to jest uformowane z obecnie tworzących się, najmłodszych napływów.

Oprócz wszakże różnic wyraźnie miejscowych, powodujących zmianę w naturze gruntu, możemy zauważyć i takie, które, jakkolwiek miejscowe, dotyczeć mogą większych przestrzeni. Wyłączeniu w tym razie podlegać one nie mogą, są bowiem utworzone w warunkach, zwykłych dla płaszczyzny, a odmienność ich pochodzi z przyczyn odrębnych, charakterystycznych dla niektórych okolic.

Natura naszej ziemi jest zbyt mało badaną, aby można było opisać wszelkie zboczenia od przeciętnych właściwości warstw, z których gleba powstała, a tembardziej wskazać miejscowości, które się tem odznaczają; zwrócimy tylko uwagę na niektóre okoliczności.

Najprzód, w pewnej miejscowości napotkać możemy różnice w układzie warstw. Widzieliśmy poprzednio, że zarówno pierwszy lodowiec, jak drugi, pozostawił po sobie pokład niewarstwowanej gliny, tak zwanej zwałowej. Pisaliśmy tak jedynie, aby ułatwić oryentowanie się przy

badaniu ziemi; nie w każdej jednak miejscowości osady te przedstawiają się w sposób tak prosty, a stąd łatwo zrozumiały. Zlodowacenia bowiem, których rozróżniliśmy dwa, podlegały pewnym, chwilowym oscylacyom, podczas których lodowiec opuszczał na pewien czas zajętą przestrzeń i następnie znowu ją zajmował. Stąd mógł powstać cały szereg niewarstwowanych osadów gliniastych, poprzedzielanych między sobą osadami warstwowanymi. Te ostatnie jednak będą posiadać bez porównania mniejszą grubość, aniżeli osady warstwowane, utworzone w czasie peryodu międzylodowcowego, kiedy przestrzeń na dłuższy czas była wolną od lodowca. Powyższe okoliczności, tak ważne dla geologa, są podrzędne dla rolnika i nie mogą być powodem wytworzenia się nowego typu gleby.

Podobnie pojedyńczą warstwę gliny zwałowej opisywaliśmy, jako niewarstwowaną; tymczasem w takiej warstwie możemy napotkać podrzędne warstewki uwarstwowanych piasków lub glin, które jednak nie posiadają większej rozciągłości i mogą wywołać jedynie wpływ miejscowy.

Dalej, niepodobna przypuszczać, ażeby osad zwałowej, niewarstwowanej gliny lodowcowej, dajmy na to dolnej, ciągnąc się od morza Bałtyckiego, n. p. aż za Wartę, posiadał na całej przestrzeni jednakowy skład fizyczny i chemiczny; to też w jednem miejscu będzie on więcej piasczystym, aniżeli w drugiem; różnić się także będzie zawartością węglanu wapniowego. Okoliczności te były jednak uwzględniane wyżej, przy oznaczaniu typów, nowego zaś nie wytworzą, może tylko powstać odmiana miejscowa.

Na wytworzenie wszakże nowej typowej odmiany może wpłynąć następująca okoliczność. W miale znajdujemy bardzo drobną krzemionkę i glinę; otóż tam, gdzie w roli ilość krzemionki przeważa nad przeciętnym stosunkiem tych składników, przewyżka ta nad normę wywoła odmianę typu, a ziemię taką charakteryzować będzie przymiotnik «iłowata» (bielicowata, zlewna); powsta-

nie n. p. typ II bielicowaty. Ta odmienność składu pociągnie za sobą, we własnościach gleby, pewne zboczenie od typu głównego, które mogłoby usprawiedliwiać utworzenie nowego typu. Jednakże, pomimo, że opisane wyżej zjawisko można często obserwować pomiędzy glebami naszego kraju, nie zdecydowaliśmy się na utworzenie nowego typu dla tych gruntów, a to z następujących powodów. Owa nadzwyczaj drobna krzemionka, charakteryzująca te grunty, pochodzi przeważnie z rozwietrzenia krzemianów; znajduje się ona obficie w tych zwykle osadach, które uległy bardzo silnemu zwietrzeniu, jak to widzieliśmy w osadach epoki trzeciorzędowej, w utworach węgla brunatnego. Takie zimne, bielicowate ziemie napotykamy także w innych, dawniejszych formacyach, n. p. tak często w formacyi węgla kamiennego. Tutaj jednak, w utworach lodowcowych, owe części iłowate zostały pośrednio dostarczone z leżących pod spodem osadów formacyi węgla brunatnego. Są też miejscowości, gdzie dodatek części iłowatych jest bardzo znaczny, dalej jednak coraz więcej się zmniejsza i ginie nieznacznie w mało rozwietrzałych, a więc mało iłu zawierających, świeższych okruchach lodowcowych. Słowem iły, bielice, nie charakteryzują tych ziemi pochodzenia lodowcowego.

Przy określeniu własności wyżej opisywanych gruntów, począwszy od ich typu pierwszego, braliśmy za zasadę, że takowe powstały z dwóch rodzajów osadów dyluwialnych, a mianowicie: z warstwowanych (pręgowanych) piasków i z niewarstwowanych, lodowcowych glin zwałowych. Pomiędzy własnościami powyższych glin i glin warstwowanych zachodzi jednak bezwątpienia wielka różnica, zwłaszcza w trudniejszej bez porównania przepuszczalności tych ostatnich. Gliny bowiem niewarstwowane, utworzone z bezładnie pomieszanych cząstek różnej wielkości, dzięki tej okoliczności znacznie łatwiej ulegają przesiąkaniu przez nie wody; to też, gdyby się znalazł, pomiędzy utworami lodowcowymi, osad glin warstwowanych lub iłów, należałoby się spodziewać, że okoliczność ta wy

wrze widoczny wpływ na naturę gruntu. Tego rodzaju osady warstwowane najczęściej napotkać możemy w najniższem piętrze osadów lodowcowych, to jest w osadach peryodu przedlodowcowego; zwłaszcza iły zajmują tu ważne miejsce. Piętro to jednak i jego osady znajdują się zwykle albo w miejscach tak nizkich, że tworzą podłoże łąk lub błot i są najczęściej pokryte najmłodszymi, aluwialnymi utworami; albo też napotykamy je wyżej w wyjątkowych tylko miejscowościach, w pobliżu starszych, przeddyluwialnych skał. Tak naprzykład, większość gruntów zimnych w okolicy Częstochowy, zdaje się być tego pochodzenia.

Gliny uwarstwowane jednak napotykamy nietylko w jednem wyłącznie piętrze przedlodowcowem. W bardzo wielu miejscowościach naszego kraju osady peryodu międzylodowcowego przedstawiają się jako utwory piasczyste, bardzo znacznej grubości, nie zawierające podrzędnych warstw innej natury. Znamy jednak i takie okolice, gdzie pośród tych piasków, znajdują się osady gliny warstwowanej. Okoliczność ta musi wpłynąć na miejscowy charakter gleby; gliny owe były w możności ochronić piaski od wyługowania z węglanu wapniowego, jak to widzimy na Kujawach, gdzie ziemie te są wskutek tego cieplejsze, aniżeli grunty piasczyste innych okolic. Dolna, marglowata glina formuje tam gleby niżej położone, wyższa zaś część ich powstała z piętra piasczystego, uwarstwowanego z gliną, często czerwoną; na zachód ku pruskiej granicy widzimy już glinę górną. Całe Kujawy przedstawiają pewną miejscową odrębność; wielkie wody polodowcowe płynęły tędy i uniosły górną glinę. Gdy się obniżyły, jedna część ich płynęła korytem na południe, gdzie dzisiaj Bzura i Ner, a dalej kanałem Obra aż do Odry; druga zaś w stronie północnej, dzisiejszem korytem Wisły, dalej na zachód Notecią, a Kujawy tworzyły rodzaj wyspy rzecznej. Bardzo urodzajne czarnoziemy w tamtejszych nizinach są prawdopodobnie pozostałością szlamu tego dawnego porzecza.

Niemożliwem jest opisać wszelkie miejscowe zboczenia od przeciętnych właściwości głównych typów naszej gleby; nie mieliśmy też tego zamiaru, brakuje bowiem ku temu odpowiednich materyałów, a przytem nie wystarczyłaby na to praca jednego, a nawet paru ludzi. Pomimo tych zboczeń jednak, na które zwróciliśmy uwagę, jesteśmy przekonani, że pomiędzy glebami, pokrywającemi naszą płaszczyznę, utworzonemi z osadów lodowcowych, trudnoby było znaleźć więcej, aniżeli trzy typy rolnicze, w pojęciu określonem na początku tego rozdziału.

ROZDZIAŁ III.

Typy: czwarty i piąty.

Opuśćmy teraz płaszczyznę i przenieśmy się w rejon górski, to jest w południową część kraju, za Liswartę, Wartę, Pilicę i Wieprz, a to w celu poznania gruntów tych okolic. Skały dawniejsze, utworzone w epokach przeddyluwialnych, prawie nigdzie nie sterczą na powierzchni naszej płaszczyzny; to też gleby tam znajdujące się, poznaliśmy, jako utworzone z rozwietrzenia wyłącznie osadów lodowcowych. Osady te jednostajnie i całkowicie pokryły skały z epok dawniejszych, tworząc warstwy znacznej nieraz grubości, o uwarstwowaniu prawie poziomem; nierówności też, jakie tutaj można widzieć, pochodzą jedynie od wpływu wód płynących. Siły górotwórcze, ani bezpośrednio, ani pośrednio udziału w tem nie brały; wogóle, siły te, których działanie uwidoczniło się po raz ostatni w czasie epoki trzeciorzędowej, nie pozostawiły widocznego śladu na omawianej przestrzeni. Można przyjąć, że powierzchnia ziemi przed najściem lodowców, była tu względnie dosyć równa; możliwe zresztą nierówności wypełnione zostały przez utwory lodowcowe, których jednostajnemu osadzaniu się nic nie stało na przeszkodzie, do tego stopnia, że nawet nierówności pierwotnego skalistego podłoża nie oddziałały prawie na konfigurację powierzchni, utworzonej później przez omawiane napływy.

Warunki te jednak inaczej się przedstawiały w rejonie górskim. Tutaj osady lodowcowe również nie zostały

bezpośrednio, przynajmniej w sposób widoczny, dotknięte przez siły górotwórcze; te ostatnie wywarły jednak znaczny wpływ drogą pośrednią. W tych okolicach bowiem, wypiętrzona poprzednio okolica skalista, była przed najściem lodowców bardzo nierówną i na takiej osadzać się musiały utwory lodowcowe; dla tych przyczyn, w wielu miejscach nie mogły one pokryć wysoko sterczących skał dawniejszych, które wskutek tego widzimy na powierzchni ziemi. Napotykamy tu często napływy bardzo cienkie, a przytem z bardzo znaczną domieszką materyału miejscowego.

Ogólną cechą osadów lodowcowych tego rejonu górskiego, jest słabe ich rozwinięcie, brak stałości i wykształcenia się, to jest brak tych cech, które w nich poznaliśmy na płaszczyznie. Tutaj wreszcie, wobec mocnych spadków, musiała oddziaływać denudacya, czyli spłukiwanie, skutkiem czego nieraz napotykamy tu gleby, określone poprzednio, jako skaliste.

Wiemy już, z pierwszej części tej pracy, że niewielkie wzniesienia w południowej części Królestwa Polskiego, nie mogły powstrzymać posuwającego się od północy pierwszego, silnego lodowca. Ten przesunął się po całej wzmiankowanej przestrzeni, pokrywając nawet najwyższe wzniesienia kieleckie i oparł się dopiero o Karpaty; pokrył on swojemi pozostałościami osady dawniejsze, chociaż nie wszędzie. Pozostałości te widzimy w formie piasku, gliny, a w wielu miejscach jedynie pod postacią głazów narzutowych. Wszystkie te utwory, bądź wód lodowcowych, bądź samego lodowca, nie przedstawiają ani tej jednolitości, ani ciągłości, jaką poznaliśmy na płaszczyznie: nie można się w nich dopatrzyć typowej stałości, tembardziej, że został tu w znacznej części domieszany materyał ze starszych skał miejscowych. Wogóle, ten nadbrzeżny pas dyluwialny jest mało zbadany, nawet w Niemczech, gdzie jednak wielu ludzi tej poświęca się kwestyi.

Typ czwarty. Drugi lodowiec nie posiadał już tej siły i grubości co pierwszy, przytem przychodził ze wschodu-

północy; nasze też przedgórza, mianowicie grzbiety częstochowsko-wieluńskie, przedgórza kieleckie, północne wzniesienia lubelskie, były w możności go powstrzymać. Poza Liswartą, Wartą, Pilicą i Wieprzem (granica ta jest tylko przybliżona), osadów jego prawie że niema. Lecz na tym pasie ziemi, gdzie się znajdują osady pierwszego lodowca, a dokąd drugi już nie dosięgnął, znajdujemy, nietylko u nas, ale i w całej środkowej Europie charakterystyczny utwór, zwany *lössem* lub *gliną mamutową*; w miejscowościach tych zastępuje on osady drugiego lodowca i leży na utworach pierwszego, lub też tam, gdzie ten nie zdołał pokryć starszych formacyi, na tych ostatnich, sam zaś w pierwotnem położeniu nie jest niczem innem przykryty.

Bez względu na sposób tłómaczenia formowania się lössu, przedstawia on dla rolnika tyle odrębnych cech i właściwości, że musi być uważany za odrębny typ rolniczy. Pierwotnie löss był marglowaty, ale, podobnie jak gliny lodowcowe, uległ na swej powierzchni zwietrzeniu i zupełnemu wyługowaniu z węglanu wapniowego, a w części i z miału, o czem była mowa w drugiej części tej pracy. Granica zwietrzenia charakteryzuje się także rudym paskiem, wprawdzie mniej wyraźnym, aniżeli w zwykłych glinach; powyżej tego paska, węglanu wapniowego niema, a i sama powierzchnia jest więcej piaszczystą. Pomimo, że löss tworzy zwykle jednolitą, grubą warstwę, prawie niezależną od głębokiego, odmiennego podłoża, zwietrzała powierzchnia bywa bardzo grubą, często grubszą, aniżeli na glinach lodowcowych. Przyczyną tego jest nadzwyczajna kapilarność tego utworu, spowodowana układem międzycząsteczkowym, a także i pionowemi rurkami, które go nawskroś przeszywają. Wskutek tej silnej kapilarności właśnie, głębokie nawet marglowe podłoże oddziaływa jeszcze na warstwę wierzchnią, która dlatego niełatwo się zakwasza, do czego także przyczynia się właściwa jej przewiewność.

Latwa przepuszczalność lössu powoduje charakterystyczne zjawiska; w okolicach tych łąk prawie niema,

podobnie i wód stojących bardzo mało, chyba na warstwach innych utworów. W położeniu wysokiem löss jest za suchy; drzewa i krzewy nie chcą na nim rosnąć, jeżeli nie mogą dosięgnąć korzeniami innych warstw w podłożu. Zboża i trawy udają się, ale plon ich bywa bardzo zależny od opadów atmosferycznych. Löss, jest to ziemia, z natury swych składników nadzwyczaj urodzajna; to też, gdy tylko leży albo w cieńszej warstwie, albo niżej, to jest tam, gdzie zewnętrzne okoliczności dopomagają wilgotności, sprzyja tworzeniu się humusu i stanowi ziemię nadzwyczajnej urodzajności, a łatwą do uprawy, czyli czarnoziem. Widzimy to w Sandomierskiem, w Krakowskiem, w Czechach w okolicy Lobositz, w Saksonii, w okolicy Magdeburga, nad Renem, w Galicyi, w południowej Rosyi i t. p. Pszenica udaje się w tych warunkach wybornie, głównie jednak odmiany jej specyalne, żyto często ulega wyprzeniu.

Ziemię tę, o dobrych fizycznych i chemicznych własnościach, lecz ze swymi specyalnymi warunkami (położenia i udawania się pewnych roślin gospodarskich), nazwiemy *typem czwartym* — lössem.

Ponieważ glina ta nigdy nie jest uwarstwowaną, a w wyjątkowych tylko wypadkach płytszą nad 2 metry, zmiana warstwowania nie może być przyczyną powstania innego typu. Chociaż w wierzchniej warstwie węglanu wapniowego nie zawiera, nie zakwasza się jednak łatwo, jest bowiem przewiewna, a marglowe podłoże, dzięki kapilarności, oddziaływa daleko silniej, aniżeli na glinach pochodzenia lodowcowego. Brak więc węglanu wapniowego nie objawia się tak widocznie, aby mógł się stać powodem oddzielenia drugiego typu, jak to widzieliśmy przy zwykłych glinach, chociaż w wielu wypadkach, przy usilniejszej kulturze, zwrot węglanu wapniowego okaże się potrzebnym i skutecznym, jak to ma miejsce na zachodzie Europy.

Jedna tylko okoliczność może wpłynąć na utworzenie odmiany tego typu, podobnie jak w glinach lodowco-

wych, mianowicie przewaga krzemionki nad średnią zawartością gliny w miale. Wywoła to zboczenie w jego fizycznych własnościach, czyniąc go zlewnym, a nawet ewentualnie pylastym; będziemy zatem mieli dwie odmiany typu lössowego: gliniastą i bielicowatą. Również odmienne własności posiadać będzie löss w pierwotnym swym stanie i przeobrażony, czyli wodą gdzieindziej przeniesiony i osadzony. Wreszcie należy jeszcze zwrócić uwagę na to, że zawartość miału w lössie jest zmienną, lżejsze więc i cięższe jego gatunki, nie będą się tak jasno uwydatniać, jak to widać przy zwykłych glinach, zawierających grubszy piasek, gdzie zasobność danej ziemi w miał, zaraz na oko staje się charakterystyczną.

Löss jest utworem, powstałym w epoce dyluwialnej, który nam dostarczył ostatniego typu z owego czasu; teraz przychodzi kolej na formacye starsze.

Typ piąty. Przed dyluwialną, trwała epoka trzeciorzędowa; jak widzieliśmy utwory tej epoki uformowały w północnych Niemczech osady gliny septariowej, a także osady z peryodu węgla brunatnego, jako białe gliny, luźne piaski, wogóle zupełnie prawie bezwapienne i noszące na sobie cechę silnego zwietrzenia. Nie tworzą one u nas nigdzie powierzchni ziemi, a w niektórych tylko punktach zostały znalezione pod osadami dyluwialnymi. Nie można jednak wątpić, że one dostarczyły znacznej ilości materyału lokalnego dla uformowania się osadów lodowcowych. Wyraźna nieraz bezwapienność tych ostatnich (w ich niezmienionej formie), także drobnoziarnistość, wynikająca z obecności nader drobnego piasku krzemionkowego, pochodzi w znacznej mierze z dodatku do moreny lodowcowej znacznej ilości materyału z formacyi trzeciorzędowej węgla brunatnego; są na to nawet liczne dowody. W ten sposób formacya ta, chociaż pośrednio, wywarła wpływ na naturę gruntów pewnych okolic. W południowej stronie Królestwa, gdzie nie spotykamy północnych osadów trzeciorzędowych, znajdujemy utwory trzeciorzędowe południowo-europejskie. W czasie, gdy morze Śródziemne za-

lewało znaczne przestrzenie na północo-wschód, jak Morawię, niższą Austryę, Węgry, Galicyę, z tej ostatniej miejscowości weszło i do nas parę zatok. Osady po jednej z tych zatok widzimy na linii Wójcza-Pińczów, po drugiej w Lubelskiem: są to tak zwane utwory śródziemno-morskie. Wreszcie, gdy powstało wielkie Sarmackie jezioro, przez oddzielenie się wschodniej części morza Śródziemnego, utworzyły się i w tych naszych zatokach osady z tego czasu, tak zwane sarmackie. Tylko w zatoce Pińczowskiej osady trzeciorzędowe tworzą powierzchnię ziemi, a szczególniej nadzwyczaj trudno przepuszczalną glinę; wapienie i piaskowce zajmują podrzędne miejsce na powierzchni. Wogóle osady epoki trzeciorzędowej formują zbyt małą przestrzeń gruntów, aby zasługiwały na utworzenie odrębnych typów, chociaż naturą swą są bardzo odmienne (podobnie, jak we Francyi).

Inaczej się rzecz ma z osadami epoki kredowej, poprzedzającej trzeciorzędową. Przypominamy sobie wielki zalew, jakiemu uległ nasz kraj ku końcowi tej epoki. Na dnie utworzonego wówczas morza, uformowały się grube warstwy osadów wapiennych, które później, po ustąpieniu wód, pozostały, jako skały wapienne zwane u nas opoką. Przez zwietrzenie powierzchni tych skał, w sposób opisany w części poprzedniej, powstała gleba, znana pod nazwą rędziny.

Rędzina stanowi u nas jedyny grunt wapienny w całem znaczeniu tego słowa, z wynikającymi stąd przymiotami, ale także i wadami; że zaś zajmuje większe przestrzenie, musi być zaliczona do gleb typowych.

Ziemi wapiennych, t. j. takich, które zawierają większe ilości węglanu wapniowego, nie znajdujemy pomiędzy glebami, pochodzącemi z utworów lodowcowych epoki dyluwialnej; napotykane tu gliny marglowe zawierały wprawdzie w pierwotnym swym stanie od 10% do 15% węglanu wapniowego, margle te jednak w wyjątkowych tylko okolicznościach tworzą obecnie powierzchnię ziemi, powierzchowne ich warstwy utraciły węglan wapniowy pod

działaniem czynników powodujących wietrzenie, skutkiem czego składnik ten w najlepszym razie znaleźć możemy w ciepłych glinach typu trzeciego i to zaledwie w ilości jednego lub części procentu.

Małe ilości ziemi wapiennych widzieć możemy na spławach lub łąkach, jako gleby naniesione, najczęściej w postaci tak zwanego wapienia łąkowego; jak wiemy, zdarza się to w tych miejscowościach, gdzie gleby okoliczne znajdują się w pierwszym peryodzie wietrzenia, to jest, gdy zawierają węglan wapna w podłożu.

Materyałów, z których powstały gleby wapienne, dostarczyły utwory skaliste dawniejszych, przeddyluwialnych formacyi; i tak: znamy rędziny utworzone ze zwietrzenia skał wapiennych epoki jurajskiej lub wapienia muszlowego epoki triasowej, a nawet i wapieni epoki trzeciorzędowej; przestrzenie jednak przez nie uformowane na powierzchni ziemi są małe i ostatecznie tylko rędziny, powstałe z materyałów epoki kredowej, zasługują, dla swej rozległości, na wyszczególnienie w tym dziale ziemi wapiennych.

Gdyby zebrać razem wszystkie grunty, utworzone u nas przez rędzinę, złożyłaby się wprawdzie znaczna przestrzeń, mimo to rędzina występuje pojedynczo w kawałkach stosunkowo małych, nie formując prawie nigdzie jednostajnego, większego obszaru. Tym sposobem, te ziemie wapienne, znajdujące się w kawałkach, wyglądają jakby wyspy, wśród innej, często piaszczystej gleby. Inaczej się rzecz ma w niektórych stronach zachodniej Europy, gdzie zajmując całe okolice, udzielają im specyalnego charakteru, jak to n. p. widzimy w Szampanii, albo w dawniej opisanym Karście. Gdybyśmy ze skał epoki kredowej zdjęli osady, utworzone w późniejszych epokach, mianowicie w trzeciorzędowej i dyluwialnej, oczom naszym przedstawiłby się krajobraz, charakteryzujący się sterczącemi skałami, parowami, szczelinami, w rodzaju Karstu, będący wogóle wynikiem bardzo silnego działania sił erozyjnych i denudacyjnych. Wszystkie te wielkie nierówności zostały

jednak wypełnione przez osady późniejsze, przeważnie lodowcowe, skutkiem czego, szczątki tych skalistych wzniesień, sterczące obecnie na powierzchni ziemi, tworzą, pośród innych, późniejszych osadów, wyspy z opoki kredowej, resp. z utworzonej z niej w następstwie rędziny. — Późniejsze osady, otaczające wyspy rędziny, są przeważnie pochodzenia lodowcowego i poznaliśmy je bliżej przy opisie gruntów na płaszczyznie, jako typy I, II i III. Widzieliśmy, jak zmienne jest ich uwarstwowanie, a okoliczność ta, oddziaływając na naturę gleby, zmusiła nas do rozdzielenia gruntów z nich powstałych na pojedyncze typy. Wapienie, tworzące materyał macierzysty dla rędziny, inaczej się pod tym względem przedstawiają; morski ten osad, przy znacznej grubości warstw, jakie tworzy, odznacza się zwykle tak jednolitym składem, że zmiana w naturze warstwy podłoża jest tu wyjątkowa; odmienność zatem podłoża nie może tu wywołać zmiany własności warstw powierzchownych, czyli utworzonej z nich gleby, a różnice napotykane w naturze rędziny, mogą być tylko wynikiem różnic w pierwotnym składzie macierzystej skały. Podłoże będzie tu zawsze jednakowe, mianowicie skała wapienna, zwana opoką, a skutkiem tej niezmienności, wyszczególnianie podłoża, dla określenia tej gleby, będzie zbyteczne, czyli, że natura podłoża nie będzie tu uwzględniana. Mamy tu zatem warunki, podobne do tych, jakie widzieliśmy przy glince lössowej, pod którą podłoże tworzy zawsze margiel lössowy.

Wysoka zawartość węglanu wapniowego w rędzinie, musi wywołać w niej pewne specyalne własności.

Oprócz chemicznego działania węglanu wapniowego, dołącza się jeszcze wpływ jego na fizyczne własności tej gleby, z przyczyny, że ziemia ta zawiera tak wielkie ilości tego składnika.

Przedewszystkiem podłoże rędziny, utworzone ze skały wapiennej, jest prawie zawsze bardzo przepuszczalne: zachowuje się tak, jak piasek. Przyczynia się do tego znaczna zwykle ilość szpar i szczelin, powstałych

przez popękanie skały; szczeliny te są i pionowe i poziome. Prócz powyższego względu, cząstki węglanu wapniowego, zawarte w tej ziemi, zachowują się w stosunku do fizycznych własności gleby odmiennie, aniżeli cząstki piasku kwarcowego lub gliny.

Wysoka zawartość w rędzinie węglanu wapniowego, (który wprost nazywaliśmy wapnem), staje się powodem charakterystycznych właściwości tego typu gleby. Właściwości te przejawiają się przedewszystkiem w dwojakim kierunku: gleba ta nietylko odznacza się charakterystyczną florą roślin dziko żyjących, ale sprzyja także szczególnie wzrostowi niektórych roślin gospodarskich lub ich odmian; ziemia ta tak się zachowuje w stosunku do roślinności, że praktycy nazwali ją ciepłą, a nawet gorącą; wegetacya jest tu wcześniejsza i wogóle zachowanie się jej jest takie, jak gdyby ziemia innej natury została przeniesiona do cieplejszego klimatu. Pochodzi to z chemicznego działania wapna, spotęgowanego jeszcze wpływem tego ostatniego na fizyczne własności ziemi, w sposób, który poznaliśmy wyżej. Drugą właściwością tej gleby jest łatwość wysychania, a wobec szczególnych jej własności fizycznych, t. j. nadzwyczajnej zwięzłości, uprawa mechaniczna staje się często niesłychanie trudną. Dodać tu jeszcze należy, że skład jej chemiczny znacznie się różni od typów poprzednich.

Trzeba jeszcze mieć na uwadze — o czem już raz była mowa — że znaczna część naszych rędzin posiada domieszkę materyałów lodowcowych, skutkiem czego własności ich i skład chemiczny musiały uledz zmianie, na którą to okoliczność w każdym razie baczyć należy.

CZĘŚĆ CZWARTA.

Zastosowanie geologii w praktyce rolniczej.

ROZDZIAŁ I.

Sposób badania.

Grunty pewnego składu i właściwości nie występują na powierzchni ziemi niespodziewanie i nagle; zajmują one pewne, większe przestrzenie, dające się oznaczyć. Okoliczność ta, obok odmiennego charakteru produkcyi i odmiennych potrzeb rozmaitych gruntów, jest powodem, że przez określenie natury gleby i opisanie przestrzeni przez podobne gleby zajętych, możemy dojść do podziału kraju na pewne rejony podobnej produkcyi i wspólnych potrzeb. Tą drogą jesteśmy w stanie wyprowadzić wniosek, że dana okolica powinna, odpowiednio do swej gleby, produkować n. p. pszenicę, buraki, hodować przeważnie bydło, (nawet określonej jego rasy); inna znowu — żyto, kartofle, obok hodowli owiec; że dla tej przestrzeni potrzebne są głównie nawozy fosforowe, tu w postaci superfosfatów, tam zaś, jako mąka kostna lub fosforyty; gdzieindziej znowu za pierwszorzędną dźwignię rolnictwa uważać należy nawożenie wapnem; że w tej okolicy wystarcza powierzchowne osuszenie rowami, przegonami etc., a co najwięcej wąsami drenowymi, w innej zaś niezbędną melioracyą jest systematyczne drenowanie i t. d.

Są to cele praktyczne fizyografii rolniczej, a wszelkie studya nad potrzebami rolnictwa, z technicznej jego strony, dopóty nie będą posiadać grutownej i logicznej podstawy, dopóki nie będzie znaną natura typowych gruntów, ich rozmieszczenie i przestrzeń, wraz z ich naturalną możnością produkcyjną i wynikającemi stąd potrzebami. Dalecy jesteśmy od tego, aby módz napisać fizyografię rolniczą naszego kraju, nietylko z powodu braku odpowiednich materyałów, lecz co ważniejsza, że nie posiadamy nawet zasady, na której należałoby się oprzeć przy podziale gruntów miejscowych na typowe gatunki.

Jak widzimy, przedmiot to wielkiej wagi, tak dla pojedynczego rolnika, jak i dla społeczeństwa rolniczego, przedewszystkiem więc należy zwrócić usiłowania ku pozyskaniu zasady dla badania i scharakteryzowania naszych gruntów.

Oddawna znanym jest podział gruntów na piasczyste, gliniaste, marglowate, wapienne, próchnicze resp. czarnoziemne, tudzież odpowiednie przejścia od jednej kategoryi do drugiej. Przyznać należy, że podział ten w znacznej mierze charakteryzuje glebę; będąc bowiem oparty na przewadze jednego z czterech głównych składników ziemi, oznacza jej fizyczne, a poniekąd i chemiczne własności. Dla obecnych wszakże wymagań jest on niewystarczający, ponieważ dzieli ziemie na kategorye w zarysach zanadto grubych i za ogólnych; opiera się na ważnych wprawdzie, lecz tylko tych jedynie własnościach ziemi, które wynikają, w przeważnej liczbie wypadków, z jej składu mechanicznego.

Że taki podział nie wystarcza dla obecnych potrzeb i nie może służyć za podstawę dla odszukania i określenia gruntów typowych — łatwo się o tem przekonać. Weźmy pod uwagę pojedyncze gleby, tworzące części tego podziału i porównajmy najprzód różne rodzaje ziemi piasczystych.

W Wogezach i Schwarzwaldzie znajdujemy ziemie piasczyste, powstałe z rozwietrzenia piaskowca; są one

uformowane z ziarnek samego prawie kwarcu, z nadzwyczaj małą domieszką innych składników. Ta gleba piaszczysta jest chemicznie nadzwyczaj biedną; analiza chemiczna poucza, że zawiera ona zaledwie jedną piątą część tej ilości kwasu fosforowego i potasu, jakaby była potrzebną w ziemi dla wydania choćby średnich plonów zboża; węglanu wapniowego niema w niej zupełnie. Jest to więc ziemia chemicznie biedna, o niewystarczających własnościach fizycznych, a z natury swej odpowiednia pod uprawę lasów; chcąc tu bowiem osiągnąć zadawalniający plon zboża, należy dodawać do niej wszystkie składniki. To też tamtejsi rolnicy doszli drogą praktyki do przekonania, że najwłaściwszem jest tu użycie popiołów drzewnych (wyługowanych, jako tańszych). Sprowadzają oni popioły nawet z odległości 100 kilometrów, w ilości około miliona hektolitrów rocznie. W ten sposób dają ziemi kwas fosforowy, wapno i potas (część pozostałą po wyługowaniu). Uprawa koniczyny i innych szlachetniejszych roślin stała się tam możliwą tylko dzięki temu nawozowi. Popiół używany w ilości 45 do 50 hektolitrów na 1 hektar (1 hektar po 3 do 5 franków), działa przez 5 do 6 lat. Przy współczesnem użyciu obornika, wystarcza połowa tej ilości.

Odmiennej natury są piaski wapienne; tu znowu znaczna ilość węglanu wapniowego staje się powodem, że wysychając nader szybko, piaski te są gorące i suche i, pomimo, że często zawierają składniki pożywne, brak wilgoci daje się w nich odczuwać w najwyższym stopniu, czyniąc uprawę zbóż prawie niemożliwą; skutkiem tego grunty takie muszą być użyte pod uprawę lasów.

U nas i w północnych Niemczech napotykamy piaski dyluwialne z różnych peryodów epoki lodowcowej. Jak już wiemy, powstały one przeważnie ze skał krystalicznych, lecz nietyle przez ich rozwietrzenie, jak skutkiem mechanicznego rozkruszenia przez lodowce. Te żółte piaski okazują wprawdzie w różnych miejscowościach znaczne różnice w swym składzie, wogóle jednak tworzą gleby pias-

czyste o słabych własnościach fizycznych, lecz w porównaniu z piaskami innego pochodzenia, są one zasobne w mineralne składniki pożywienia roślin. Składniki te jednak znajdują się w postaci mało przystępnej dla roślin dlatego, że są zawarte w grubych ziarnkach, i jako takie przedstawiają małą powierzchnię tak dla czynników wietrzenia, jak i dla korzeni roślin. Gdyby która z takich ziem piaszczystych została mechanicznie rozdrobnioną, zmieloną, stałaby się przez to odrazu urodzajną. Wszak zanim zostały znalezione bogate pokłady soli potasowych, próbowano otrzymywać nawozy mineralne ze skał krystalicznych drogą rozdrobnienia, a następnie działaniem odczynników chemicznych. Tu więc starać się należy przedewszystkiem o pobudzenie rozkładu cząstek piasku, a przez użycie zielonych nawozów, nawożenie próchnicą i t. d., osiągnąć można zadawalniające plony zboża, nawet bez dodatku, lub przy małej tylko pomocy nawozów mineralnych. Piaski pochodzenia lodowcowego tworzą gleby o złych wprawdzie własnościach fizycznych, lecz w porównaniu z poprzednimi są o tyle zasobne chemicznie, że bez trudności pokrywają się wegetacyą, która ułatwia wietrzenie i przyczynia się do utworzenia powierzchni glinkowatej.

Białe i siwe piaski, utworzone z osadów epok węgla kamiennego, a także formacyi węgla brunatnego, posiadające najczęściej drobniejsze ziarnka, przedstawiają gleby o lepszych własnościach fizycznych niż poprzednie, są one jednak zwykle chemicznie biedne, bo wyługowane przy procesie wietrzenia, a obok częstej domieszki szkodliwych w tym razie cząstek węgla i siarki, przy swej niezasobności okazują się także złe i oporne chemicznie. Mułkowate piaski trzeciorzędowe formacyi węgla brunatnego rzadko występują na powierzchnię ziemi w swym stanie pierwotnym, lecz tworzą w niektórych okolicach przeważną część materyału, z którego zostały utworzone osady dyluwialne. Takie gleby piaszczyste są już bez porównania biedniejsze, aniżeli piaski, utworzone z czystego materyału skał krystalicznych. Dyluwialne osady piaszczy-

ste posiadają nieraz tak silną miejscową domieszkę ze skał miejscowych (dyluwium mieszane), że skutkiem tego natura ich musiała uledz znacznej zmianie. Tu wspomnimy o piaskach warstwowanych, będących podłożem lössu w Krakowskiem, w których głównym materyałem są okruchy wapienne i piaski epoki kredowej, obok małego tylko dodatku okruchów skał krystalicznych.

Z tego pobieżnego szkicu widzimy, że ziemie piasczyste mogą być bardzo odmiennej natury, a praktyka dawno uczy, że piaski jednej okolicy mogą być daleko więcej — jak mówią — «rodne», t. j. urodzajne, aniżeli innej; z tego powodu, pomijając już względy ekonomiczne, taksa ziem piasczystych nie jest jednakową dla różnych okolic.

Jeszcze mniej objaśnia i określa naturę ziemi wyrażenie: gleba gliniasta.

W środkowej Francyi, a dalej w Bretanii, spotykamy ziemie glinkowate i gliniaste, stanowiące jedną piątą część powierzchni tego całego kraju, powstałe z rozwietrzenia skał krystalicznych (granitu, gneisu), leżących bezpośrednio pod temi glebami. Gliny to bardzo zasobne w związki potasowe, biedne w kwas fosforowy, a całkowicie pozbawione węglanu wapniowego. Jest to wynikiem składu chemicznego skał, z których powstały. Analizy wszakże tych skał wykazują w nich zawartość około 0,1°/₀ do 0,2°/₀ kwasu fosforowego, podczas gdy ziemie z nich pochodzące zawierają w przecięciu tylko 0,05°/₀ tego składnika, a więc bardzo mało, jak dla potrzeb roślin. Stało się to z tej przyczyny, że wody wsiąkające, powodujące wietrzenie skały, zawierając kwas węglowy, rozpuściły i uprowadziły połowę prawie związków kwasu fosforowego, a całkowicie węglan wapniowy, który byłby się znalazł chociaż w maleńkiej ilości po rozwietrzeniu krzemianów. Gleby te, posiadające zresztą dobre własności, odpowiedniem nawożeniem doprowadzić można do znacznej urodzajności, co widać w praktyce na obszernej ich przestrzeni. Przedewszystkiem są tu konieczne nawozy wa-

pienne, a w miarę powiększonej przez ich użycie produkcyi, stosowanie nawozów fosforowych okazuje się w dalszym ciągu niezbędnem.

U nas i w północnych Niemczech widzimy gliny, powstałe z rozkruszenia północnych skał krystalicznych, szwedzkich i finlandzkich, z dodatkiem wszakże materyału ze skał osadowych miejscowych; poznaliśmy je, jako niewarstwowane gliny zwałowe pochodzenia lodowcowego. Podobnie, jak wyżej opisane ziemie Bretanii, zawierają one znaczną ilość związków potasu; w porównaniu jednak z tamtemi są zamożniejsze w kwas fosforowy (średnio 0,1% do 0,15%), a to dlatego, że powstały przez rozkruszenie, nie zaś przez rozwietrzenie, przy którem wody uprowadziły z tamtych gruntów znaczną część kwasu fosforowego. Oprócz tego, gliny te, przynajmniej w swym stanie pierwotnym, zawierały znaczny dodatek (10 do 15%) węglanu wapniowego, domieszanego z miejscowego materyału. W pewnych jednak okolicznościach, a jak to widzieliśmy poprzednio, z powodu przesiąkającej przez nie wody w poblizkie piasczyste podłoże, mogły one ten składnik całkowicie utracić i przez to wytworzyć nowy typ, składem swym zupełnie podobny do ziem bretońskich. W tym wypadku zupełnego wyługowania wapna, i tu i tam powinny być stosowane te same środki nawozowe i z tamtejszej praktyki możemy brać jak najpewniejsze wskazówki.

Gliny, wytworzone przez rozwietrzenie skał wybuchowych bazaltu, trachytu, wreszcie lawy, są bogate w składniki pożywienia, mianowicie w potas, kwas fosforowy i wapno, a to z tej przyczyny, że materyał pierwotny zawierał je w obfitości. Takie gleby gliniaste napotykamy we Francyi, Węgrzech, w Niemczech, a w północnej Irlandyi w okolicy sławnej groty bazaltowej Fingal'a, używają ich do nawożenia zupełnie biednych gruntów.

Gliny, powstałe przez rozwietrzenie łupków, jak tego mamy przykład na większej przestrzeni w okolicy Ardenów, są zimne i nieprzepuszczalne; znajdująca się w nich

w obfitości mika należy do krzemianów, nadzwyczaj trudno wietrzejących, to też zawarte w niej składniki są mało użyteczne.

Gliny z epoki węglowej i formacyi węgla brunatnego, z powodu znacznej zawartości cząstek organicznych (węglowych), odznaczają się nadzwyczaj silnym stopniem zwietrzenia, zawierają dlatego mało krzemianów, a będąc wyługowane, są biedne w składniki pożywne.

Ziemie gliniaste epoki jurajskiej i kredowej, odznaczają się często nieprzezwyciężoną zwięzłością i z tego powodu, mimo swej dużej zasobności i wszelkich środków, użytych do ich poprawienia, są nieraz prawie niemożliwe do uprawy. Przykłady tego na wielką skalę mamy we Francyi, w marglowatych glinach dolnej jury czyli liasu.

Lecz nietylko skład pierwotnego materyału, z którego powstała skala, ale także i sposób uformowania się, t. j. osadzenie się tej skały, oddziaływa nader silnie na jej naturę, a przez to i na charakter gleby z niej utworzonej.

Sposób osadzania się piasków jest okolicznością stosunkowo podrzędną: ziemie piaszczyste będą zawsze posiadać odpowiednie im pewne charakterystyczne własności fizyczne. Inaczej się rzecz ma z glinami: ten sam materyał gliniasty, osadzony bezładnie z cząstek rozmaitej wielkości (przez co wsiąkanie wody jest ułatwione), jak tego mamy przykład w zwałowej glinie lodowcowej, wytworzy glinę (skałę) o własnościach fizycznych zupełnie odmiennych od tych, któreby posiadała, gdyby była osadzoną z wody, a więc została uwarstwowaną i mogła zawierać chociażby cienką warstewkę gliny plastycznej, trudno przepuszczalnej. Gliny warstwowane, zawierające tę samą ilość procentową miału, będą bez porównania trudniej przepuszczalne dla wody i powietrza, aniżeli podobnego składu gliny niewarstwowane, które u nas powszechnie napotykamy. Dla powyższych przyczyn potrzeba drenowania naszych glin zwałowych niewarstwowanych jest zwykle problematyczną, co zresztą stwierdzają tak

częste niepowodzenia przy stosowaniu tej melioracyi na glebach tego rodzaju. U nas zaś gliny warstwowane, prawdziwie trudno przepuszczalne, występują nielicznie. Lecz i pomiędzy naturą glin niewarstwowanych dostrzegamy wielkie różnice; dość porównać własności fizyczne lodowcowej gliny zwałowej i lössu. Na odmienność charakteru lössu wpływa wprawdzie i ta ważna okoliczność, że się on składa z ziarnek jednakowej wielkości i jest zwykle przeszyty pionowemi rurkami; mimo to jednak zachodzi wielka różnica, gdy porównamy go z glinami lodowcowemi nawet o podobnym składzie fizycznym.

Wreszcie przebieg wietrzenia skały, którego ostatecznym wynikiem było uformowanie się gleby, jest okolicznością nader ważną, o czem poprzednio już mieliśmy sposobność się przekonać. Z tego samego lodowcowego materyalu mogą powstać dwie gleby zupełnie odmiennych własności, jeżeli jedna utraci węglan wapniowy pod wpływem czynników wietrzenia.

Wyrażenie «ziemie marglowate» może również prowadzić do zamętu w pojęciu o własnościach gleby, tem mianem określanej. Do tego działu zaliczamy bowiem takie ziemie, które zawierają pewien procent węglanu wapniowego. Utworzono z nich osobny dział gruntów, dla tej przyczyny, że obecność węglanu wapniowego wpływa tak na chemiczne, jak i na fizyczne własności gleby. Rolnik więc przy zastosowaniu określenia «ziemia marglowata», spodziewa się napotkać taką glebę, która nietylko się nie zakwasza, ale w której także niepożądana spójność gliny zostaje poprawioną przez obecność węglanu wapniowego. Tymczasem napotykamy ziemie marglowate, które wypadałoby tak nazwać ze względu na ich skład, lecz które, pomimo to, zakwaszają się i posiadają złe własności fizyczne. Kilkoprocentowa ilość węglanu wapniowego, która je najsłuszniej kwalifikowała do pomieszczenia w tym dziale, w tym wypadku jednak nie była dostateczną dla pozyskania powyżej podanych właściwości gleby. Z drugiej znowu strony, mamy gleby z podłożem marglowem,

z którego one odbierają ten składnik i zawierają go w swym składzie w nader małej ilości jednego lub nawet ułamku procentu. Nieznaczna ta ilość, dostarczana jednak stale z podłoża w miarę ubytku, wystarcza w zupełności dla nadania ziemiom tych właściwości, dla których powinny być zamieszczone w dziale ziemi marglowatych, chociaż skład ich na to nie wskazuje. Ilość węglanu wapniowego nie może, sama przez się, służyć za podstawę dla określania właściwości danej gleby; jedne ziemie, zawierając 1% węglanu wapniowego, przedstawiają właściwości gleby marglowatej, dla innych potrzeba 10% tego składnika, aby nabyły odpowiedniego charakteru. Bezwzględne więc określenie «ziemia marglowata», oparte na jej składzie chemicznym, bynajmniej nie jest dostateczne dla scharakteryzowania gleby.

Kategorya ziemi wapiennych przedstawia także wielkie różnice pomiędzy własnościami gruntów tutaj zamieszczonych, a dosyć będzie przytoczyć olbrzymią różnicę pomiędzy wapiennemi ziemiami rędziny, zawierającej około 50% węglanu wapniowego i ziemiami kredowemi Szampanii, w których znajdujemy do 90% tego składnika. Widzimy tu bardzo wybitne różnice, tak w fizycznych, jak i w chemicznych własnościach; na rędzinach uprawa mechaniczna jest bardzo trudna, na ziemiach Szampanii zaś łatwa; pierwsze są bardzo zasobne w składniki pożywne, drugie zaś biedne w kwas fosforowy, a szczególniej w potas.

W dziale gruntów próchniczych oddzielono wprawdzie skrajne typy, t. j. torfy od czarnoziemów, lecz w innych tu zaliczonych ziemiach napotykamy wszystkie przejścia, począwszy od najurodzajniejszych czarnoziemów aż do najnieurodzajniejszych próchnic kwaśnych, znajdujących się na spławach pośród gruntów bezwapiennych, gdzie nietylko buraki lub pszenica, lecz nawet dobra trawa rosnąć nie chce. Nie ilość próchnicy, lecz jej jakość i okoliczności towarzyszące jej rozkładowi decydują o wpływie

jej na urodzajność i właściwości gleby, a określenie «ziemia próchniczna» nie może służyć za miarę jej wartości.

Przez powyższe krótkie zestawienie różnych rodzajów ziemi, należących pozornie do tej samej kategoryi, chcieliśmy wykazać, że ogólny podział gleby na piasczystą, gliniastą, marglowatą i t. d. jest dalekim od tego, aby mógł dostatecznie określać właściwości ziemi i służyć za podstawę do jej ogólnego podziału. Zasadą ogólnego podziału, mającego na celu określenie natury ziemi, powinna być wspólność cech, będących wszakże najczęściej wynikiem jej pochodzenia i uwydatniająca się podobieństwem ziemi całych okolic; stąd też praktyka, odczuwając to, usiłowała oddawna scharakteryzować ziemie podobnej natury, dając im nazwę okolicy, gdzie gleby różnią się pomiędzy sobą więcej ilościowo, aniżeli jakościowo. W tych więc pojedynczych okolicach, gdy chodzi o wykazanie różnic ilościowych, podział na piasczyste, piasczysto - gliniaste etc. bywa odpowiednim. Powinien on być i obecnie utrzymany, ale tylko w celu porównania ziemi tej samej okolicy tam, gdzie gleby są podobnego pochodzenia geologicznego.

Musimy bowiem głębiej wnikać w naturę gleby. Cenne wskazówki w tym względzie podaje nam przedewszystkiem geologia, o czem mogliśmy się przekonać w drugiej i trzeciej części tej pracy, a także z powyższego zestawienia. Nauka ta wyjaśnia pochodzenie gleby, a przez to odkrywa prawdopodobieństwo jej składu i natury; ona więc powinna być nicią przewodnią przy badaniu gleby, stawiać i formułować pytania, które należy ostatecznie rozwiązać i ująć w ścisle liczby przy pomocy analizy mechanicznej i chemicznej. Można stanowczo uważać za uzasadnione zdanie, że przez poznanie pochodzenia ziemi rozwiązujemy już przeważającą część pytania, dotyczącego jej natury; z drugiej zaś strony analizy ziemi, robione przygodnie, bez poprzedniego przedwstępnego badania i planu, nigdy nie dadzą pożytecznego rezultatu.

W tych naukowych geologiczno - chemicznych badaniach gleby, nie należy wszakże ani na chwilę zapomi-

nać, że prowadzimy je dla celów praktycznych rolniczych. Z tego powodu powinniśmy tu wciąż zwracać uwagę, tak w składzie, jak i w układzie ziemi, głównie na te okoliczności, które wywierają wpływ na naturę gleby i przez to ta ostatnia nabywa pewnych rolniczych właściwości. Przy badaniu gleby i jej podziale na typowe gatunki, właściwości te powinny się jasno określać i uwydatniać; ze względu na nie właśnie rolnik jest nieraz zmuszony rozdzielić gleby podobnego nawet składu lub jednakowego czy podobnego pochodzenia geologicznego — na typy odrębne.

Tutaj musi się schodzić umiejętność naukowa z praktyką i jedna drugiej dopomagać; tylko wspólnie zastosowane mogą one doprowadzić do wytkniętego celu, t. j. do zbadania gleby i oznaczenia jej typowych gatunków. Sama praktyka, gdyby nauka jej nie przewodniczyła, nie zdołałaby wybrnąć z nieprzebranej ilości możliwych tutaj kombinacyi, chociaż w niejednym pojedynczym wypadku może sobie sama nieźle radzić. Z drugiej zaś strony, teorya, bez współudziału praktycznych spostrzeżeń, jest bezsilną przy oznaczaniu rolniczych właściwości ziemi. Pośród całej umiejętności rolnictwa, pierwszy i najsilniejszy łącznik pomiędzy nauką i praktyką widzimy właśnie w badaniu gleby i dlatego nauka o glebie przedstawia wielkie trudności i ze wszystkich działów rolnictwa może najmniej jest posuniętą.

Gleba, jako przedmiot materyalny, odznacza się pewnemi fizycznemi i chemicznemi własnościami, które poznajemy zapomocą badań prawie wyłącznie laboratoryjnych. Te jej własności, jako to: ciężar gatunkowy, spójność, zachowanie się względem ciepła, gazów, wody, skład chemiczny i reakcye w niej się odbywające — oznaczamy odpowiednimi, często bardzo skomplikowanymi sposobami. Badania te stanowią dział chemii rolniczej.

Tutaj zastanowimy się nad właściwościami rolniczemi gleby, które są wynikiem zespolonego wpływu okoliczności zewnętrznych (klimatu, położenia i t. p.) i jej własności

fizycznych i chemicznych. Należy bowiem odróżnić wyraźnie własności gleby od jej rolniczych właściwości, które są ostatecznym celem badania gleby, aby przez ich poznanie być w możności dokonać rozdziału gruntów na gatunki typowe, a stąd osiągnąć wskazówki dla właściwego nawożenia i uprawy roli, tudzież stosownego z niej użytkowania.

Najważniejsze właściwości rolnicze gleby są następujące:

1) jej wilgotność;

2) oporność mechaniczna (spójność);

3) zasobność w składniki pożywienia;

4) oporność chemiczna (większa lub mniejsza łatwość oddawania zawartego w niej pożywienia);

5) stosunek jej do dzikich roślin, wyjaśniający naturalną zależność świata roślinnego od jej natury.

Powyższe właściwości rolnicze uwydatniają się najwybitniej przy ziemiach glinkowatych i gliniastych, a że przytem ziemie te przedstawiają najwięcej interesu dla rolnika, przeto podamy opis tych właściwości, rozbierając poniżej grunty tej kategoryi.

Wilgotność ziemi jest pierwszą właściwością, decydującą o jej wartości, a za graniczny rozdział użyteczności gleb rozmaitego stopnia wilgotności służyć powinien dostatek w nich wilgotności dla uprawy pszenicy i koniczyny. Gleba może posiadać pewien zasób składników pożywienia, pozwalający przy sztucznym dodatku nawozów na korzystną uprawę tych roślin, a mimo to łatwo się zdarzyć może, że brak wilgoci stanie temu na przeszkodzie. Wypadek ten napotykamy często na naszych ziemiach pochodzenia lodowcowego, które wszystkie nie są chemicznie biedne. W całym szeregu gruntów tego pochodzenia przechodzimy kolejno, począwszy od piasków z natury suchych, przez gleby glinkowate i gliniaste, zawierające coraz więcej miału i coraz wilgotniejsze. Otóż rolnik, posiadający gleby różnego stopnia wilgotności, powinien sobie oznaczyć granicę, od której począwszy, dzięki odpo-

wiedniej wilgotności, uprawa pszenicy i koniczyny staje się możliwą, przynajmniej w latach ze średnimi opadami atmosferycznymi. Trzeba jednak przyznać, że zadanie to jest nieraz nadzwyczaj trudne. Próby naukowe i laboratoryjne oznaczania stosunków wilgotności ziemi, stanowiących część jej fizycznych własności, t. j. jej przepuszczalności, siły napawania się wodą, szybkości wysychania i t. p., dotąd przynajmniej nie są wystarczające. Brak tu absolutnej miary, wykazującej w jakich warunkach wilgotność ziemi jest wystarczającą do uprawy, przypuśćmy pszenicy i t. p. Próby te służyć mogą wyłącznie do oryentowania się przy porównaniu dwóch gruntów między sobą, Jedyną drogą, która pozostaje rolnikowi, jest obserwowanie roślin żyjących i porównywanie plonów. Nie należy się tu wszakże dać uwieść temu pozorowi, że skoro roślina jeszcze nie więdnie, więc posiada dostatek wilgoci, gdyż nawet przy braku wilgoci roślina wygląda pozornie zdrowo, tylko w porównaniu z innemi, rosnącemi wobec dostatku wody, jest małą, karłowatą, pomimo dostatku pożywienia, skutkiem czego otrzymujemy plon mniejszy. Do rozwiązania takiej wątpliwości dojść można tylko przez liczne próby, odbywane na polu bezwarunkowo dostatnio wilgotnem, w zestawieniu z rolami wątpliwemi, rzecz prosta przy użyciu tej samej, wystarczającej ilości nawozu, porównywając plony tu i tam.

W naszych polach, utworzonych z osadów lodowcowych, tak często i szybko występują zmiany w stosunkach wilgotności roli, co jest spowodowane charakterystyczną w tych osadach zmiennością uwarstwowania — że dostatek wilgoci jest w tych warunkach okolicznością pierwszorzędnego znaczenia praktycznego. Zbyt często dają się tu widzieć popełniane błędy; i tak: gleby za słabe zostają użyte pod uprawę pszenicy, gdzieindziej znowu dostatnio wilgotne nie są należycie jej uprawą wyzyskane. Przy opisie typu drugiego podaliśmy z praktyki zewnętrzne wskazówki, w jakich warunkach uwarstwowania gleba

przy naszym klimacie powinna być dostatnio wilgotną dla uprawy pszenicy.

Siłą absorbcyjną ziemi nazywamy jej własność przytrzymywania soli mineralnych, rozpuszczonych w wodzie, przez co te sole nie przesiąkają wraz z wodą w przepuszczalne podłoże. Siła ta jest o tyle ściśle związaną ze stopniem jej wilgotności, wprawdzie przeważnie pośrednio, że im ziemia jest wilgotniejszą, tem mniejszy jest w niej ruch wody, a przez to samo już siła absorbcyjna ziemi jest w słabszym stopniu wyzyskiwaną. Bezpośredni stosunek wilgotności gleby do jej siły absorbcyjnej wywiązuje się przez to, że na ziemiach mokrzejszych gromadzi się próchnica, która, jak wiadomo, jest jednym z najsilniejszych czynników absorbcyjnych. Biorąc rzeczy praktycznie, można utrzymywać, że siła absorbcyjna ziemi postępuje za jej wilgotnością, t. j. że jeżeli ziemia przedstawia się jako dostatnio wilgotna, wówczas nie będzie ona okazywać braku siły absorbowania. Można wogóle twierdzić, że brak siły absorbcyjnej sam przez się nigdy prawie nie stanie uprawie na przeszkodzie i dlatego nie pomieściliśmy jej w rzędzie właściwości rolniczych. Własność ta gleby może w sposób ważny oddziaływać tylko na czas i formę, w jakich nawozy powinny być ziemi udzielane. Tymczasem najczęściej braną bywa w rachubę w sposób nieuzasadniony, jako współczynnik urodzajności ziemi.

Oporność mechaniczna (spójność) gleby jest dla rolnika okolicznością ważną przy mechanicznej uprawie. Zależnie od niej musi dobierać odpowiednich narzędzi, stosować siłę pociągową i sposoby mechanicznej uprawy. Względy te mogą tak silnie oddziaływać, że do nich wypadnie nieraz stosować cały ustrój gospodarstwa. U nas rędziny są mechanicznie najoporniejsze, wszakże jeszcze nie w takim stopniu, jak inne znane ziemie, n. p. we Francyi margle liasu.

Ogólna zasobność ziemi w składniki pożywienia, pomijając już sam wzgląd nawożenia, może wywierać wpływ

więcej ogólny na sposób obchodzenia się z glebą. Tak n. p. przy osuszaniu roli, należy przedewszystkiem zastanowić się, czy jest ona o tyle zasobną, aby wkłady się opłaciły; wreszcie podobne pytanie rozwiązać musimy, decydując się ponieść koszta w celu pokonania chemicznej oporności gleby.

Właściwością ziemi, nie tak widoczną, jak jej opór mechaniczny, w skutkach swych jednak jeszcze ważniejszą, jest oporność chemiczna ziemi. Przyczyny oporności chemicznej ziemi mogą być rozmaite. Wiemy, że gleby piaszczyste, z powodu grubości ziarnek i braku wilgoci, jak również ziemie mokre, dla ich trudnej przewiewności i niższej temperatury, jaką zwykle posiadają, z trudnością oddają swe zapasy. Lecz mamy na to dowody bardzo przekonywające, że dwie ziemie jednakowo zasobne w składniki pożywienia, przez rozdrobnienie dobrze przygotowane, nawet przy jednakowo dobrych własnościach fizycznych, mogą się bardzo różnić łatwością, z jaką oddają roślinom pożywienie. Znamy ziemie zasobne w składniki pożywienia, o dobrych fizycznych własnościach, które w porównaniu z innemi o składzie podobnym, nazwać możemy nieurodzajnemi; ziemie takie napotykamy pomiędzy glebami glinkowatemi i gliniastemi.

Oporność chemiczna ziemi wywiera wpływ decydujący na sposób nawożenia gleby, a poniekąd nawet na pewne czynności uprawy mechanicznej. Okoliczność ta jednak dotąd zbyt mało zwracała na siebie uwagę rolników i dlatego zajmiemy się nią szczegółowiej.

Zastanówmy się najprzód, który z czterech niezbędnych składników swoją nieobecnością może najczęściej wywołać objawy oporności chemicznej ziemi. Przedewszystkiem, wyłączyć stąd należy ziemie o składzie jednostronnym, to jest piaszczyste, ciężkie gliniaste, czysto wapienne, wreszcie mocno próchniczne; gleby te bowiem, wobec szczególnej przewagi jednego składnika, przez to samo nabywają własności wadliwych i nigdy nie mogą zadosyć

uczynić warunkom ziemi uległej[1]). Pozostaje więc tylko wziąć pod uwagę ziemie glinkowate i gliniaste. W glebach tych dwa składniki, t. j. piasek i glina są zawsze obecne; to samo powiedzieć można i o próchnicy, której brak w takich glebach mógłby być spowodowany wyjątkowemi tylko okolicznościami. Inaczej rzecz się przedstawia co do węglanu wapniowego; składnik ten bardzo często może być w ziemi nieobecny, najprzód z powodu braku jego lub niedostatku w pierwotnym materyale skalistym, z którego gleba powstała, czego przykład mieliśmy na bezwapiennych, granitycznych ziemiach Bretanii; następnie może go ziemia nie zawierać z tego powodu, że został później, podczas wietrzenia skały, rozpuszczony i uprowadzony. Przykład tego drugiego wypadku poznaliśmy przy opisie naszych gruntów pochodzenia lodowcowego. Zwykle brak tego właśnie składnika staje się powodem oporności chemicznej ziemi; z okolicznością tą spotykamy się bardzo często w praktyce, lecz rolnicy dotąd zbyt małą na to zwracają uwagę.

Z poniżej podanego przykładu z praktyki przekonamy się, do jakiego stopnia ważną właściwością jest oporność chemiczna ziemi, i że oddziaływa ona decydująco na produkcyjność gruntu, na użyteczność rozmaitych nawozów i na cały kierunek gospodarstwa na ziemi tego rodzaju. Wreszcie przez podane doświadczenia praktyczne właściwość oporności chemicznej ziemi stanie się nam więcej zrozumiałą i lepiej scharakteryzowaną.

Grunty orne w majątku autora[2]) niniejszej pracy, uformowane są, posługując się dotąd przyjętą terminologią, z gleby piaszczysto-gliniastej, zasobnej w próchnicę, z podglebiem glinkowatem, dostatnio wilgotnej i przepuszczalnej. Majątek ten przez kilkadziesiąt lat był zawsze porządnie i systematycznie zagospodarowany i uważany

---

[1]) Wyrażenie proponowane przez autora, jako odpowiadające francuskiemu «terre franche». *(Przyp. wyd.)*.

[2]) Dubidze — gub. Piotrkowska, pow. Nowo-Radomski.

jako wzór i obraz gospodarstwa, odpowiadającego w zupełności pojęciom i potrzebom rolniczym danej chwili. Majątek ów odebrałem na własność przed kilkunastu laty [1]. Po kilku latach prowadzenia gospodarstwa podług zasad i rutyny miejscowej, zacząłem zastanawiać się, czy nie byłoby możliwem dalsze powiększenie dochodu. Dwie okoliczności najwięcej zwracały na siebie moją uwagę. W ogólnym obsiewie oziminy pszenica była uprawianą w jednej czwartej części, reszta zaś, t. j. trzy czwarte, były obsiewane żytem, a więc w stosunku, jaki i obecnie napotykamy na tak zwanych gruntach żytnich lepszych. Tymczasem tutaj, ziemie, przy swych dobrych fizycznych własnościach, pozwalały, z małymi tylko wyjątkami, na znaczniejszą uprawę pszenicy. Jedyną przeszkodę stanowiła potrzeba nawozu; tego wprawdzie nie było mało, dzięki znacznej stosunkowo przestrzeni łąk, należących do majątku, lecz pod pszenicę niezbędnem było tak silne nawożenie (około 40 fur czterokonnych na 1 mórg n. p.), że większy jej wysiew był niemożliwym. Ilość nawozu możnaby było jeszcze pomnożyć przez większy obsiew koniczyny czerwonej; ta ostatnia jednak na tej ziemi dawała plon niepewny: czasem rodziła się dobrze, lecz bardzo często zupełnie przepadała. Usiłowania moje zwróciłem więc ku temu, aby módz powiększyć uprawę pszenicy, a z drugiej strony zapewnić urodzaj koniczyny czerwonej.

Jak już wspomniałem, gleba miejscowa była zasobną w próchnicę i tak zwaną starą siłę, czyli dawną kulturę; stąd nastręczała się myśl, aby używać pod pszenicę połowy obornika z dodatkiem nawozów mineralnych. Nawozy fosforowe były tu używane od lat kilkunastu, nawet w znacznej ilości; stosowano je na koniczyska przed siewem żyta, wobec małej ilości nawozu, pozostającego dla tego zboża od uprawy pszenicy; żyto na nich rodziło się bardzo dobrze i zwracało nakład. Otóż rozpocząłem próby siewu pszenicy na pólnawozie, z dodatkiem nawozów mi-

---

[1]) Pisane w r. 1891.

neralnych. Pierwsze próby odbyte z półnawozem, oraz dwoma i trzema centnarami superfosfatu, nie wydały pożądanych rezultatów: pszenica była licha. Stosowałem superfosfat, jako formę pożywienia najłatwiej przyswajalną. W dalszym ciągu dodałem do półnawozu i superfosfatu soli potasowych w postaci najczyściejszej, bo siarkanu potasowego i rzecz dziwna, pszenica bywała jeszcze gorsza, aniżeli na samym półnawozie, bez lub z dodatkiem superfosfatu; działanie siarkanu potasowego okazało się zawsze bezwarunkowe szkodliwem. Wreszcie dodałem gipsú, jako pożywienia wapniowego i przyswajalnego, ten jednak zachował się zupełnie obojętnie. W ten sposób wyczerpałem wszelkie kombinacye nawozowe i doszedłem do wniosku, że siew pszenicy na półnawozie z dodatkiem mineralnym jest tu niemożliwym. Nadmienić mi wypada, że używane superfosfaty zawierały azot (w małej ilości), jako otrzymane z kości parzonych nieodklejonych. Mógłby kto zarzucić, że w próbach tych należało dodać nawozów azotowych; w takim jednak razie doświadczenie nie miałoby wartości ekonomicznej, w ten bowiem sposób dopełniony obsiew wypadłby za drogo. Część azotu dawał obornik, dalej superfosfat, resztę niedoboru miała pokryć próchnica w gruncie zawarta; taki był rachunek, mojem zdaniem, usprawiedliwiony.

Doświadczenia te były robione w ciągu lat 1880, 1881, 1882 i 1883, i wszystkie, tak powyższe, jak i następnie opisane, były powtarzane przez lat parę i wykonywane bardzo starannie pod moim osobistym nadzorem. Parcelki próbne były stosunkowo duże, obejmujące po 1 morgu; plony nie były ważone w celu ich porównania, trzymałem się bowiem tej zasady, że jeżeli różnice okażą się tak małe, iż ich rolnik nie jest w stanie na oko oszacować, wówczas i rezultat z użycia nawozów nie jest wart ścisłego rachunku. Zresztą doświadczenia te robiłem dla własnej wiadomości, w celu praktycznym; nie ogłaszałem ich także z powodu, że brakowało danych liczebnych sprzętu, a żądać nie mogłem wiary w mój szacu-

nek na oko; szacunek taki był wszakże dla mnie wystarczającym.

Pozostawała jeszcze kwestya zapewnienia urodzaju koniczyny czerwonej; nie mogąc bowiem przy tej samej ilości obornika rozszerzyć sztucznie obsiewu pszenicy, musiałem się starać o powiększenie jego ilości. Zacząłem od doświadczenia najprostszego. Wiadomo, że koniczyna zawiera w swoich popiołach dużo wapna, i że składnika tego potrzebuje obficie; z drugiej zaś strony, oddawna jest znanym wpływ gipsu na bujniejszy wzrost tej rośliny; próbowałem używać go pod koniczynę w sposób jak najrozmaitszy: na jesieni, wczesną wiosną, później na podrośniętą roślinę — i w rezultacie nie było żadnego skutku. Gips, zawarty w oborniku przez jego posypywanie, podobnież żadnego wpływu nie wywierał, a i na groch lub wykę, które się tu licho rodziły, był bezskuteczny. Pomimo kilkunastoletniego używania superfosfatu pod siew żyta, urodzaj później następujących koniczyn nie poprawiał się. Próby odbywane z użyciem tego nawozu bezpośrednio pod koniczynę, t. j. pod jarzynę, w której była sianę, dały widoczną zwyżkę plonu, praktycznie jednak niezadawalniającą. Usiłowałem zapewnić urodzaj koniczyny, przez zbliżenie siewu tej rośliny do użycia obornika; parę razy zasadziłem kartofle na nawozie, potem następował jęczmień lub owies z koniczyną. Ta ostatnia w jesieni roku wysiewu była bardzo piękna i można ją było kosić; z wiosną następnego roku ginęła łatwo, często w zupełności. W owym właśnie czasie rozbieraną była naukowo kwestya wykoniczynienia roli; moje ziemie dawały trzy generacye koniczyny w odstępach 9-letnich, poczem plon tej rośliny stawał się niepewny, a ziemia przedstawiała cechy wykoniczynienia. Utrzymywano, że jedną z przyczyn tego zjawiska jest brak lub wyczerpanie przyswajalnych związków potasu; zacząłem więc używać pod koniczynę siarkanu potasowego; sól ta jednak, albo nie skutkowała wcale, albo też i to częściej, działała wprost szkodliwie.

W rezultacie działanie obornika i gipsu okazało się bezskutecznem dla zapewnienia urodzaju koniczyny; superfosfat był mało korzystny, siarkan potasowy często nawet szkodliwy. Przy uprawie wyki i grochu otrzymywałem podobne rezultaty.

Lat temu trzydzieści kilka, po rozebraniu jednego domu, gruz i kamień wapienny, z którego wystawiony był komin, zostały wywiezione w pole na przestrzeń paru zagonów. Od tego czasu, aż do chwili obecnej, pomimo zmiany orki na płaską i jej kierunku, rozpoznać można to miejsce po bardzo widocznej różnicy w urodzaju każdego zboża. Wywiezione gruzy wapienne po rozebranej przed dwudziestu laty gorzelni, podobnież uczyniły kawałek pola bardzo urodzajnym. Około 1868 roku jedno pole zostało wywapnowane, a chociaż słabo, jednak odróżniało się potem zawsze większą urodzajnością od pola miedzą tylko oddzielonego. Rok 1883 był bardzo nieurodzajny; silny mróz około 20 marca zamroził ziemię głęboko, a ta, wobec zimnej ówczesnej wiosny, powolnie rozmarzała. Piękne z jesieni koniczyny na wiosnę doszczętnie przepadły, pszenica była licha, owsy jasne, bez koloru. Z powodu długotrwałej nizkiej temperatury i znacznej wilgotności, grunty zostały nadzwyczaj silnie i bardzo widocznie zakwaszone. Mimo to wszystko na kawałkach wywapnowanych koniczyna ocalała.

Od tego czasu rozpocząłem próby wapnowania.

Pomyślne rezultaty, otrzymane zaraz po pierwszem wapnowaniu, wyjaśniły wady i potrzeby mojej ziemi, wskutek czego zdecydowałem się przystąpić do usilnego wapnowania i przez 8 lat rozsiałem 11 tysięcy korcy wapna (palonego). W rezultacie, zamiast dawniej używanych 40 fur nawozu pod pszenicę, obecnie wystarcza 20 do 25 fur, skutkiem czego, zamiast obsiewania pszenicą jednej czwartej części oziminy — uprawia się jej trzy piąte części. Od czasu użycia wapna koniczyna czerwona nigdy jeszcze nie zawiodła i jest większa troska o jej wylegnięcie, aniżeli o urodzaj. Ilość nawozu znacznie się powiększyła,

a jakość poprawiła przez zapewniony roczny sprzęt około 6000 centnarów koniczyny, w stosunku 500 morgów gruntu ornego w płodozmianie. Wraz z tem podniósł się nagle urodzaj innych zbóż i cała produkcya uległa gruntownej zmianie: natura ziemi przeistoczyła się.

Przyczyną poprzednich niepowodzeń była oporność chemiczna ziemi, spowodowana brakiem w niej węglanu wapniowego. Nie brakowało tej glebie wapna, jako składnika pożywienia roślinnego, tembardziej skoro obfity dodatek gipsu, związku, w którym wapno mieści się w postaci dla roślin przyswajalnej, żadnego wpływu nie wywierał na roślinność. Szło tu o brak węglanu wapniowego, związku, który w swem działaniu na glebę nie da się zastąpić żadną inną solą wapienną. Później poznamy szczegółowy opis działania tego składnika i przyczyny, dla których musi on być obecnym w ziemi, aby ona stała się uległą, to jest nieoporną chemicznie. Tymczasem w krótkich słowach streszczę przyczyny moich początkowych niepowodzeń, jakoteż wnioski wyprowadzone z tych doświadczeń, które mi wskazały nareszcie właściwą drogę do osiągnięcia pomyślnych rezultatów. Ziemia moja nie zawierała węglanu wapniowego i z tego powodu rozkład próchnicy odbywał się bardzo powolnie; podobnie opieszałej przemianie ulegał także obornik. W tych warunkach, z całego zapasu azotu, zawartego w ziemi, zaledwie mały procent rocznie mógł przybierać formę dla roślin użyteczną, przy obecności zaś węglanu wapniowego, ilość azotu przechodzącego w ciągu roku w formę przyswajalną jest znacznie większą. Łatwo więc wytłómaczyć, dlaczego po wywapnowaniu pól potrzebną była daleko mniejsza ilość nawozu dla wydania plonu pszenicy, nawóz bowiem szybciej się rozkładał, a do pomocy przychodziła zwiększona ilość azotu, udzielanego z próchnicy zawartej w ziemi. Rzecz prosta, że przyspieszony rozkład próchnicy pobudzał także rozkład mineralnych cząstek ziemi, czyniąc je przystępnemi dla roślin. Gips, pomimo, że jest związkiem wapiennym, nie oddziaływa na próchnicę i dlatego też

użycie jego nie okazało żadnego wpływu. W ziemi tej nie szło o dodatek pożywienia wapiennego, ale o przezwyciężenie jej oporności chemicznej; gips nie działa w ziemiach, niezawierających dostatku węglanu wapniowego. Siarkan potasowy musiał działać szkodliwie, gdyż wskutek wymiany kwasów i utworzenia się siarkanu wapniowego, nawet te minimalne ilości węglanu wapniowego, które ziemia mogła zawierać, musiały być w zupełności przez wodę uprowadzone; siarkan potasowy zatem szkodził przez ostateczne wyługowanie węglanu wapniowego z gleby. Gdybym był użył węglanu potasu, skutek mógłby być dobry, gdyż związek ten działa podobnie, jak węglan wapniowy, neutralizując kwasy organiczne ziemi; jest on wszakże dla rolników mało przystępny ze względu na wysoką stosunkowo cenę. Jedynie tylko można było użyć popiołów z widokiem równie pomyślnego skutku; zresztą ziemia ta była z natury zasobną w związki potasowe i mogła tylko powstać wątpliwość co do ich przyswajalności. Że znów opisywana gleba jest tylko średnio zamożną w związki fosforowe, można się więc było zawsze spodziewać pomyślnego skutku z użycia fosforanów. Popełniono tu jednak błąd, używając superfosfatu, stosowanie którego w roli, zawierającej kwasy organiczne, jest najprzód nieekonomiczne, a następnie może się nawet okazać po części szkodliwem, powodując zwiększenie się ilości kwasów w ziemi zawartych. W tym wypadku należało użyć nierozłożonych fosforanów, jako to: kości parzonej, żuzli Thomasa, fosforytów i t. p.; te byłyby uległy rozkładowi pod działaniem kwasów zawartych w ziemi, przyczem i szkodliwość tych ostatnich byłaby usuniętą przez ich zneutralizowanie, co dzisiaj zresztą jest dostatecznie znanem z praktyki, odbywanej na wielką skalę na ziemiach Bretanii. Że koniczyna zaczęła się rodzić po wywapnowaniu, nikogo dziwić nie może, kto z praktyki zna wpływ tego nawozu na urodzaj wspomnianej rośliny; wprawdzie przyczyna powyższego działania do dziś dnia teoretycznie jest mało zbadaną. Zapewniony i zwiększony urodzaj koniczyn przy-

czynił się do znacznego powiększenia ilości nawozu, wzbogaconego ilością azotu, nagromadzonego przez koniczyny. Tym sposobem uspokoiłem się co do trwałości pomyślnych rezultatów, otrzymanych przez wapnowanie; jest bowiem prawdą niewątpliwą, że można korzystać z pobudzającego czynność ziemi działania wapna bez obawy o trwałość korzyści, z tym wszakże warunkiem, aby nie zaniedbywać odpowiedniego zasilania roli nawozami.

Pomyślne rezultaty, do jakich doszedłem, zachęciły mię do badań w obszerniejszym zakresie, odnoszących się do stosunku gleby mojej, do okolicznych i wreszcie do gruntów całego kraju; zwykłe określenie mojej ziemi: gleba glinkowata, mało mnie pouczało i zadawalniało. Postawiłem sobie pytanie: czy ziemia moja jest tu wyjątkiem, czy też znajdujemy u nas więcej gruntów podobnej natury i czy własności tamtych wymagają stosowania innych środków rolniczych dla pomyślnego ciągnięcia z nich użytku i zagospodarowania takowych? Aby to wyjaśnić, zająłem się od lat ośmiu badaniem ziemi; geologia była mi przytem przedewszystkiem użyteczną. Obok tego nie zaniedbywałem poznania żadnej pracy geologiczno-rolniczej, wychodzącej za granicą; że zaś ogólnie coraz więcej ustala się przekonanie, że geologiczne badanie powinno służyć za punkt wyjścia przy badaniu ziemi, więc dzieł odpowiedniej treści ciągle przybywało, pomagając rozwijaniu się mej pracy.

Rezultatem tych usiłowań było ogłoszenie niniejszej pracy, ze sposobem badania i przedstawienia przedmiotu może dla ogółu rolników trudnym, bo nowym, lecz sposób ten jest niewątpliwie najwłaściwszym i musi się w przyszłości bezwarunkowo ustalić.

Drogę, która nas doprowadzi do poznania natury gleby i pozyskania podstawy do oznaczenia jej typowych gatunków, rozdzielić możemy na następujące trzy części.

Przedewszystkiem trzeba określić pochodzenie geologiczne gleby, a w tem badaniu uwzględnić naturę materyału, z którego powstała skała; dalej sposób osadzenia

jej i stosunek uwarstwowania; wreszcie okoliczności, towarzyszące przebiegowi wietrzenia skały i sposobowi uformowania się z niej badanej gleby. Przy badaniach powyższych nie należy zapominać, że one posiadają cel praktyczny, rolniczy; należy więc zwracać uwagę na te okoliczności, które mogą wywrzeć wpływ decydujący na właściwości rolnicze gleby.

Następnie, kierując się wskazówkami wynikającemi z powyższych danych — a więc pod przewodnictwem geologii — należy oznaczyć prawdopodobieństwo tak składu, jak i natury gleby; pomoc zaś analizy mechanicznej i chemicznej upewni nas w naszych wnioskach i ściślej takowe sformuluje, oznaczając własności gleby fizyczne i chemiczne.

Wreszcie, w ten sposób otrzymane rezultaty drogą nauki, należy tak zestawić z obserwacyami praktyki, aby dojść do poznania najważniejszych właściwości rolniczych gleby, to jest: jej wilgotności, oporności mechanicznej (spójności), zasobności w składniki pożywienia, oporności chemicznej (łatwości lub trudności oddawania zawartego w niej pożywienia) i nakoniec stosunku jej do dziko wegetujących roślin, który wyjaśnia naturalną zależność świata roślinnego od jej natury.

ROZDZIAŁ II.

Zastosowanie powyższych zasad do gleb poprzednio opisanych.

Zastosujmy powyższe zasady badania do opisanych poprzednio pięciu typów ziemi, z których jest przeważnie uformowana powierzchnia naszego kraju.

Geologiczne badanie pochodzenia gleby w tym zakresie, jaki jest niezbędny dla potrzeb rolnika, nie przedstawia zbyt wielkich trudności — przynajmniej w glebach, które opisujemy — a to ze względu na ich bardzo charakterystyczne cechy zewnętrzne. Typ czwarty — löss i piąty — rędzina, pomijając zboczenia miejscowe, posiadają tak odmienny wygląd, że odróżnienie ich od pozostałych nie przedstawia żadnej trudności: kto im się raz dobrze przypatrzył, rozpozna je łatwo. Löss jest gliną niewarstwowaną, nie zawiera grubszych ziarnek, a tem mniej kamyków (wyjątki są tu bardzo rzadkie); przytem ma skłonność do tworzenia parowów, z charakterystycznemi pionowemi ścianami. Rędzina jest wybitną glebą wapienną, zawiera zwykle okruchy skały wapiennej i posiada zawsze skaliste wapienne podłoże. Pozostałe trzy typy, utworzone z gleb pochodzenia lodowcowego, charakteryzują się obecnością w glebie okruchów skał krystalicznych wszelkiej wielkości, począwszy od głazów narzutowych, aż do kamyczków tak małych, jak łebek od szpilki.

Z poprzedniego wiemy, że gleby utworzone przez löss, pomimo odmian miejscowych, nie przedstawiają w swej

naturze tak wielkich różnic, aby stąd wynikała konieczność rozdzielenia gleby lössowej na kilka typów. Podobnie rzecz się ma z rędziną; znamy więc jeden tylko typ lössu i jeden rędziny. Przyczyną tego jest głównie brak zmian uwarstwowania do tej głębokości, z której zmiana podłoża może oddziaływać na glebę, t. j. do głębokości dwóch metrów. Przy tych więc ziemiach badanie ogranicza się przeważnie do poznania warstw powierzchownych, t. j. gleby i podglebia.

Inaczej się przedstawiają gleby pochodzenia lodowcowego; tutaj nie dosyć jest poznać naturę warstw powierzchownych, t. j. gleby i podglebia, ale należy bezwarunkowo zapuścić badanie do głębokości dwóch metrów; tu bowiem ziemie o zupełnie podobnym składzie i naturze warstw powierzchownych mogą być obdarzone zupełnie odmiennemi właściwościami rolniczemi, wskutek zmiany w uwarstwowaniu podłoża. Ta sama ziemia o powierzchni gliniastej, z powodu poblizkiego piasczystego podłoża może być suchą w porównaniu z inną, o tym samym składzie warstwy powierzchownej, lecz z warstwą grubą, a więc i dostatnio wilgotną. Tak samo dwie ziemie zupełnie podobnego składu swej powierzchni, mogą bardzo się różnić łatwością, z jaką oddają roślinom pożywienie, a to zależnie tak od obecności, jak i odległości marglowatego podłoża. Jedna ziemia piasczysto-gliniasta może być chemicznie oporną, a inna — uległą.

Skorośmy z obecności okruchów skał krystalicznych doszli do wniosku, że gleba jest pochodzenia lodowcowego, należy następnie określić naturę powierzchownej warstwy ziemi czyli gleby, t. j. oznaczyć, że ona jest piasczystą, piasczysto-gliniastą, gliniastą i t. p., posiłkując się w danym razie analizą mechaniczną. W dalszym ciągu jednak musimy zapuścić nasze badania w głąb ziemi. Jeżeli rola jest na swej powierzchni piasczystą i tej swojej natury nie zmienia do głębokości dwóch metrów, wówczas nie trudno z tego wywnioskować, jakie będą jej właściwości rolnicze, t. j. że będzie ona suchą. Jeżeli zaś powierzchnia

roli jest piasczysto-gliniastą lub gliniastą, wówczas charakter jej będzie zależnym od podłoża. Wilgotność ziemi zależy tak od natury tworzącej ją warstwy, jak i od grubości tej warstwy, okoliczności te bowiem określają stopień siły napawania się wodą. Oprócz więc znajomości składu samej roli, musimy wiedzieć, w jakiej odległości pod jej powierzchnią znajduje się piasczyste, przepuszczalne podłoże. Z licznych spostrzeżeń, robionych w praktyce, wywnioskowałem, że warstwa piasczysto-gliniasta, na jeden metr gruba, leżąca na przepuszczalnem piasczystem podłożu, jest w możności napoić się taką ilością wody z opadów atmosferycznych, że ta, przy uprawie pszenicy i koniczyny wystarcza, jako dostateczny zapas na czas kilkotygodniowej suszy. Gdy więc znajdziemy w ziemi piasczyste podłoże na jeden metr głęboko pod warstwą glinkowatą, wówczas możemy twierdzić, że gleba taka będzie dostatnio wilgotną dla uprawy pszenicy i koniczyny. Grunty z bliższem podłożem piasczystem będą coraz więcej wątpliwej wilgotności i wreszcie przejdą w suche ziemie piasczyste.

Skoro warstwa piasczysto-gliniasta lub gliniasta, której powierzchnia tworzy rolę, jest grubszą nad jeden metr, wówczas ustaje wszelka obawa o brak wilgotności w roli. Przy tych grubszych jednak warstwach gliny, znaleźć możemy podłoże marglowate, a to z powodów, które poznaliśmy przy opisie wietrzenia. Obecność tego marglowego podłoża wywrze znaczny bardzo wpływ na rolnicze właściwości gleby; aby to jednak miało miejsce, podłoże owo musi się znajdować w pewnej, niezbyt wielkiej odległości od powierzchni ziemi. Otóż znowu z praktyki doszedłem do przekonania, że jeżeli pod rolą piasczysto-gliniastą lub gliniastą, w odległości jednego metra od powierzchni ziemi, znajduje się podłoże marglowe, wówczas to ostatnie, zasilając glebę, chociaż małą tylko ilością wapna, lecz stale, sprawia, że rola taka staje się czynną, ciepłą, czyli, jak ją nazwaliśmy — uległą (terre franche), co tembardziej będzie miało miejsce, jeżeli i gleba pewien

procent węglanu wapniowego w sobie zawiera. W miarę oddalania się marglowego podłoża od powierzchni ziemi, wpływ jego na glebę słabnie stopniowo, a z odległości półtora metra prawie całkowicie ustaje. Stąd też przy badaniu gleby pochodzenia lodowcowego, niezbędnem jest wiedzieć, czy podłoże marglowe jest obecnem i w jakiej głębokości się znajduje, gdyż z tego możemy wywnioskować: o ile dana gleba będzie w mniejszym lub większym stopniu chemicznie oporną.

Z tak zebranych wiadomości, możemy wyprowadzić wnioski co do składu chemicznego gruntu.

Pomiędzy glebami pochodzenia lodowcowego, napotykamy wszelkie przejścia, począwszy od piasczystych, a kończąc na gliniastych. Różnią się one zatem przedewszystkiem zwięzłością, zależńą od ilości zawartej w nich gliny czyli miału. I tak: glinkowato-piasczyste zawierają 0% do 5% miału, gliniasto-piasczyste 5% do 12%, piasczysto-gliniaste od 12% do 20%, gliniaste 20% do 30%, wreszcie mocno-gliniaste zawierają więcej niż 30% miału[1]).

Gleby te jednak mają to wspólne, że powstały z podobnego materyału, przeważnie z północnych skał krystalicznych; nic też dziwnego, że skład chemiczny ich miału jest bardzo zbliżony. Możemy ogólnie powiedzieć, że są to gliny zbliżonej natury, w mniejszym lub większym stopniu rozcieńczone piaskiem.

Wniosek to nader ważny, opierając się bowiem na nim, możemy łatwo obrachować przypuszczalną zawartość składników pożywnych w badanej ziemi, jeżeli znamy skład chemiczny miału.

Na początku tego rozdziału widzieliśmy, że tylko te składniki pożywienia biorą główny udział w dostarczaniu żywności roślinom, które są zawarte w rozdrobnionych cząstkach ziemi, mianowicie znajdujące się w miale, bo

---

[1]) Przez «miał» rozumie tu autor produkt odpływający przy szybkości prądu wody 0,2 mm. na sekundę przy szlamowaniu ziemi zapomocą aparatu Schoene'go. *(Przyp. wyd.)*.

przedstawiają obszerną powierzchnię dla czynników rozpuszczających. Składniki więc, zawarte w miale, biorą czynny udział w żywieniu rośliny, te zaś, które znajdują się w piasku i kamyczkach, tworzą tylko zapas na przyszłość, rezerwę pożywienia. Dlatego, chcąc poznać użyteczną zasobność gleby, to jest nabrać wyobrażenia o urodzajności ziemi, należy poznać skład chemiczny miału, a kombinując takowy z ilością tegoż miału, zawartą w ziemi, możemy dojść, ile jest składników czynnych w badanej ziemi.

Ziemie pochodzenia lodowcowego są tak podobne jedne do drugich, że rezultat analizy daje się najczęściej przewidzieć. W ziemiach tych ilość składników pożywnych, zwłaszcza potasu i kwasu fosforowego, jest proporcyonalną do zawartości miału, a przez to już sama analiza mechaniczna może najczęściej służyć za podstawę do poznania zasobności gleby. Tę ilość wapna, jaka jest potrzebną do pożywienia roślinnego, zwykle w tych ziemiach znajdujemy; pochodzi ona z rozkładu krzemianów. Ilość do tego potrzebna nie jest wielką, prawie taką samą, jak i kwasu fosforowego; przytem wapno to w znacznej części powraca do ziemi w nawozie, nie zostaje więc, jak kwas fosforowy, wywożone w ziarnie. Dodatek pożywienia wapiennego w postaci gipsu nie oddziaływa na tych ziemiach.

Inaczej ma się rzecz z zasobnością tych ziemi w węglan wapniowy, którego obecność jest niezbędnie potrzebną przy reakcyach chemicznych, odbywających się w glebie; o tem jednak będzie mowa później.

Ilość azotu, zawarta w tych ziemiach, zależeć będzie, rzecz prosta, od ich zasobności w próchnicę, w której się on znajduje w ilości około 6%. Ziemie obfitsze w miał, zasobniejsze i wilgotniejsze, zawierają średnio od 1 do 2% próchnicy. Tu wszakże należy zwrócić baczną uwagę na tę okoliczność, że ilość azotu, jaką ziemia może rocznie udzielić, jako pożywienie roślinne, zależy nietylko od zasobu próchnicy, ale także i od szybkości jej roz-

kładu, zależnej znowu od obecności węglanu wapniowego w ziemi.

W rezultacie, gleby pochodzenia lodowcowego są zamożne w potas, zamożne w azot, średnio zamożne w kwas fosforowy.

Glina lössowa posiada skład chemiczny dosyć zmienny; trudno w tym razie przewidzieć rezultat analityczny — a nawet ilość miału resp. gliny nie daje się tak łatwo na oko oznaczyć, jak w glebach poprzednich. Drobne jej cząsteczki mogą być zlepione małą nawet ilością gliny, a ilość miału mało się uwydatnia, z powodu szczególnego układu fizycznego tej ziemi. Drobnoziarnistość tej gleby staje się powodem, że składniki pożywne, chociażby zawarte w mniejszej ilości, mogą być lepiej wyzyskiwane, aniżeli w glebach lodowcowych; stąd też pochodzi urodzajność glin lössowych. Zdarzają się wszakże wypadki, że w położeniu suchem, löss zawiera mało próchnicy i skutkiem braku tego składnika staje się chemicznie opornym.

Rędziny posiadają skład chemiczny w wysokim stopniu zmienny; tu jedna tylko obecność węglanu wapniowego jest niezawodną. Rędziny są zwykle zasobne w kwas fosforowy, lecz często, jeżeli są czyste, bez domieszki materyału lodowcowego, cierpią na brak potasu, co można wywnioskować praktycznie z tego, jeżeli na tych ziemiach wapiennych, przy dostatecznej wilgotności, koniczyna czerwona nie daje zadawalniającego plonu. Częsta bardzo domieszka do rędzin materyału lodowcowego, którą w niej poznać można po okruchach skał krystalicznych, zmienia skład chemiczny, czyniąc glebę taką, z natury w potas biedną, w ten składnik zasobną. Gdzie, jak to ma miejsce przy rędzinie, przy pomocy geologicznego badania nie możemy się zoryentować co do przypuszczalnego składu chemicznego gleby, tam uciec się trzeba do pomocy analizy chemicznej.

Po takiem badaniu naukowem, przechodzimy do oznaczenia właściwości rolniczych, branych pod uwagę grun-

tów; tylko bowiem te właściwości rolnicze mogą decydować o podziale gleby na pojedyncze typy.

Gleby, powstałe z rozwietrzenia osadów lodowcowych, są, że się tak wyrazimy, jedną rodziną, będąc jednakowego pochodzenia i podobnego składu. Tworzą one szereg gruntów z coraz większą zawartością miału, począwszy od piasczystych aż do gliniastych, a także z coraz głębiej leżącem piasczystem, przepuszczalnem podłożem. Powoduje to stopniowo zwiększającą się ich wilgotność, spójność i zasobność w składniki pożywienia. Gdyby jeszcze wilgotność jej wszędzie była dostateczną, a węglan wapniowy w każdej z nich się znajdował — wówczas moglibyśmy określić ich naturalną urodzajność cyframi proporcyonalnemi do ilości miału. Naprzykład naturalna urodzajność ziemi piasczysto-gliniastej, zawierającej 24% miału, byłaby w stosunku do urodzajności ziemi gliniastej z 36% miału, jak cyfry 2 do 3; gdyby na pierwszej naturalny plon żyta wynosił 6 korcy z morga, to na drugiej należałoby się spodziewać 9 korcy. Gleby te zatem różniłyby się pomiędzy sobą przeważnie ilościowo, a więc zdawałoby się, że środki nawozowe dla każdej z nich popowinny być te same i różnić się tylko ilością.

Tymczasem pewne właściwości rolnicze tych ziemi zmuszają do rozdzielenia całego ich szeregu na wybitne kategorye, które musimy uważać za typowe. Przedewszystkiem, jako pierwszy czynnik występuje tutaj stosunek wilgotności. Gdybyśmy na ziemiach piasczystych lub piasczysto-gliniastych, lecz o blizkiem podłożu piasczystem, usiłowali, przy pomocy zwiększonej nawet ilości nawozu, dopełnić braki w pożywieniu zawartem w ziemi, nie osiągnęlibyśmy pożądanego plonu ani pszenicy, ani koniczyny; nie zdołalibyśmy również podnieść plonu innych roślin ponad pewną mierną normę. Decydującą, ograniczającą przyczyną, jest tu brak wilgoci; są to ziemie ubogie, ale i suche zarazem. Na tych ubogich ziemiach silne dawki nawozowe byłyby bardzo nieusprawiedliwione, a dopełnianie dużych braków ziemi znaczną ilością nawozu — wiel-

kim błędem. Löss bywa często suchy w wysokiem położeniu, lecz obok tego zasobny; w tym razie ryzykujemy tylko małą ilość potrzebnego nawozu i siejemy pszenicę, a na wypadek suszy strata nie będzie dotkliwą. Dla powyższej, tak ważnej przyczyny, oddzieliliśmy z szeregu ziemi pochodzenia lodowcowego gleby najlżejsze, aż do tej granicy, do której jeszcze uprawa pszenicy i koniczyny, z powodu niedostatecznej wilgotności, staje się wątpliwą; nazwaliśmy je wszystkie typem pierwszym. Jak wiemy, należą tu grunty, począwszy od nawskróś piasczystych aż do takich glinkowatych, pod którymi, w odległości mniejszej od jednego metra od powierzchni, znajduje się przepuszczalne piasczyste podłoże.

Poza tą granicą pozostałe gleby zwięźlejsze lub głębsze (poczynając od piasczysto-gliniastej, pod którą podłoże piasczyste znajduje się dopiero w głębokości jednego metra) są coraz wilgotniejsze, brak więc wilgoci nie stoi na przeszkodzie uprawie pszenicy i koniczyny, a doniosłość tej ważnej właściwości roli, w tym razie nabywa już znaczenia podrzędnego. Na tych więc glebach powinnibyśmy oczekiwać uzyskania pożądanego plonu pszenicy lub koniczyny po użyciu nawozu, w ilości, która, dopełniając zapas pożywienia zawartego w ziemi, wspólnie z nim czyniłaby zadosyć wymaganiu plonów. Na gruntach słabszych, glinkowatych, uboższych w miał, a przez to i w użyteczne składniki pożywienia, należałoby użyć proporcyonalnie do tego więcej nawozu, aniżeli na glinach, obfitujących w pożywienie, zawarte w większej ilości miału.

Tymczasem nie na wszystkich tu należących glebach zasada powyższa okazuje się w praktyce słuszną. Na pewnych kategoryach tych gruntów, pomimo ich niewątpliwej zasobności w składniki pożywienia, w celu uzyskania tego samego plonu należy użyć daleko większej ilości nawozu, w porównaniu z innemi glebami, o zupełnie podobnej zasobności. Przyczyną tego jest oporność chemiczna pewnej kategoryi z pomiędzy tych gruntów, skutkiem

czego one, w porównaniu z innymi, z większą trudnością oddają roślinom zawarte w nich pożywienie.

Ponieważ pewne ziemie tego samego pochodzenia lodowcowego i podobnego składu, w praktyce zachowują się tak odmiennie, ze względu więc na tę, tak ważną właściwość rolniczą, rozróżniliśmy między niemi dwie kategorye, dzieląc wszystkie cięższe, głębsze i dostatnio wilgotne gleby pochodzenia lodowcowego na dwa typy, a w ten sposób powstał typ drugi, przedstawiający gleby chemiczne oporne, w typie zaś trzecim mieszczą się ziemie uległe. Tej chemicznej oporności nie należy równoważyć z opornością mechaniczną, to jest spójnością ziemi; w tym bowiem właśnie dziale, jaki przedstawiają ziemie pochodzenia lodowcowego, gleby średnio spójne są najczęściej chemicznie oporne, a to z powodu ich przepuszczalności, która ułatwiła wyługowanie węglanu wapniowego podczas procesu wietrzenia.

Roślinność wymaga wapna, jako składnika swego pożywienia, znajdujemy je też we wszystkich popiołach; ilość jednak w tym celu potrzebna jest mała. Jeżeli gleba zawiera tyle wapna, ile kwasu fosforowego, a więc około 0,15%, wówczas można ją uważać za dostatecznie zasobną w ten składnik dla potrzeb roślinności, przytem składnik ten dla tego celu może się znajdować w postaci związków podobnych do tych, w jakich się znajduje kwas fosforowy, nawet w postaci trudno rozpuszczalnych krzemianów, a więc niekoniecznie, jako węglan wapniowy; do szczególnych też wyjątków należały ziemie niezawierające takiej ilości wapna, jaka tu jest potrzebną, tembardziej, że w nawozach powraca ono prawie całkowicie do roli. Gdyby jednak gleba, dzięki swemu składowi, mogła nawet obficie zasilać roślinność wapnem, to jednak, pomimo to mogłaby być nieurodzajną; wapno bowiem spełnia w ziemi inne czynności, dla których musi się znajdować w stosunkowo znacznej ilości i to koniecznie w postaci węglanu wapniowego.

W glebach pochodzenia lodowcowego, wapno znaj-

duje się w postaci dwóch pierwotnych związków: jedna jego część jest zawarta w krzemianach, druga zaś w węglanie wapniowym. Te krzemiany pochodzą z północnych skał krystalicznych, węglan wapniowy zaś został dostarczony przez domieszkę materyału z miejscowych skał osadowych. Otóż pierwsza forma, w jakiej się wapno znajduje, jest bardzo trudno rozpuszczalną, skutkiem czego składnik ten nie może być z tej formy związku z gleby uprowadzonym i dlatego stale go w tej postaci znajdujemy. Krzemiany te, wietrzejąc, dostarczają dostatecznej ilości wapna, jako składnika pożywienia roślinnego. W tej formie związków wszakże, nie oddziaływa ono zupełnie na czynności chemiczne ziemi, i ziemie te, zawierając wapno, zachowują się jak bezwapienne, jeżeli niema w nich wapna w drugiej postaci, a mianowicie jako węglanu. Węglan wapniowy wszakże, pomimo, że pierwotnie we wszystkich tych glebach był obecny, będąc jednak w formie rozpuszczalnej, znikł zupełnie z gleby w ziemach pewnej kategoryi, pod wpływem wody zawierającej kwas węglowy. Gleby takie stały się nieczynne, zimne, czyli, jak je nazwaliśmy — chemicznie oporne, nierodne, pomimo to, że mogą zawierać dostatek składników pożywienia i to w takiej samej postaci, jak pokrewne ziemie ciepłe, uległe, urodzajne, z któremi razem ze wspólnego materyału powstały.

Węglan wapniowy jest niezbędnym w ziemi, aby ta mogła być urodzajną. Nie może być mowy o wyższej kulturze na ziemi, która nie zawiera tego składnika, czy to z natury, czy też przez sztuczne jego dodanie. Węglan wapniowy neutralizuje szkodliwe kwasy, tworzące się przy rozkładzie substancyi organicznej, pobudza jej rozkład, pośredniczy w reakcyach, odbywających się wobec absorbcyjnych własności ziemi, musi towarzyszyć życiu mikroorganizmów, pełniących rozmaite czynności, jak tego uczą nowsze badania; wreszcie poprawia własności fizyczne gleby.

Aby jednak węglan wapniowy mógł w ziemi zado-

syć uczynić tym wszystkim wymaganiom, musi być obecnym w znacznej ilości, niejednakowej wszakże, bo zależnej od natury ziemi.

W praktyce brak lub niedostatek węglanu wapniowego przejawia się zewnętrznie w sposób dwojaki, a mianowicie: ziemie bezwapienne nietylko, że porastają pewnymi tylko gatunkami dzikich roślin, lecz, co ważniejsza, niektóre z uprawianych roślin gospodarskich, jak n. p. koniczyna czerwona, nie chcą się rodzić na takich gruntach; następnie gleby te odznaczają się powolnym rozkładem, tak próchnicy w ziemi zawartej, jako też obornika na nich użytego; przytem rozkład ten odbywa się przeważnie w powierzchownej warstwie ziemi, zwanej glebą, pod nią zaś głębiej leżąca warstwa podglebia jest mało czynną i bierze słaby tylko udział w życiu szlachetnych roślin gospodarskich.

Specyalna flora tego typu ziemi może służyć rolnikowi za wskazówkę, że gleba jest bezwapienną. Na lżejszych i nieuprawnych ziemiach tej kategoryi widzimy wrzosy, na uprawnych obfitość szczawiku; na cięższych — zupełny brak dzikich koniczyn, które zwykle napotykamy na glebach podobnych własności, jeżeli tylko takowe zawierają wapno. Niepewność plonu czerwonej koniczyny jest dla rolnika bardzo ważną okolicznością, wyklucza to bowiem możność bogacenia ziemi w azot sposobem najkorzystniejszym. Znam liczne wypadki, gdzie osiągano plon koniczyny i to coraz słabszy, tylko z trzech lub czterech jej posiewów, dopełnianych w przedziałach ośmioletnich; dalej przestawała rodzić się, lub była bardzo czułą na warunki atmosferyczne zimy i wiosny, skutkiem czego stawała się niepewną; prawdopodobnie mały bardzo zapas wapna już się wyczerpał, lub też może, przy niepomyślnych warunkach wzrostu, koniczyna była za słabą, aby się oprzeć pasorzytom czy chorobom, zwiększającym się w miarę dłuższej lub silniejszej jej uprawy. Na tych ziemiach nie skutkowało ani użycie obornika, ani nawozów mineralnych: gipsu, kwasu fosforowego, lub soli potaso-

wych; jedynie użycie wapna umożliwilo uprawę tej rośliny. Z czasem dopiero można było rachować na skuteczność użycia nawozów, zawierających składniki dla pożywienia koniczyny niezbędne, a których mogło w danej roli brakować. Pozornie jest to rzecz dziwna, że właśnie na ziemiach dawno uprawnych i przez kulturę w próchnicę wzbogaconych, brak wapna więcej się ujawnia przez nieurodzaj koniczyn, w porównaniu z ziemiami uprawnemi, lecz nie tak dawno usilnie zagospodarowanemi; prawdopodobnie powodem tu jest, że im więcej i częściej był używany obornik, tem silniej ziemia została z wapna wyługowaną. Wogóle zjawisko, nazwane ogólnem mianem wykoniczynienia, a które może mieć różne przyczyny, występuje nadzwyczaj szybko na glebach ubogich w wapno.

Drugą cechą zewnętrzną braku lub niedostatku węglanu wapniowego w ziemi, jest jej oporność w udzielaniu składników pożywienia z zapasów w niej zawartych, spowodowana słabym rozkładem w niej próchnicy i obornika, a przez to i cząstek mineralnych. Wskutek tego powolnego rozkładu, ziemie te są nieraz bardzo zasobne w próchnicę, a stąd i w zawarty w niej azot. Rośliny gospodarskie jednak tak długo zeń korzystać nie mogą, dopóki nie zostanie on uwolniony ze związków organicznych, czyli nie zmineralizuje się, przechodząc w formę związków amoniaku, lub kwasu azotowego. W tych ziemiach atoli proces ten postępuje bardzo wolno; z całego zapasu azotu, zaledwie 1$^0/_0$ może przejść w przeciągu roku w formę związków dla roślin użytecznych. Tymczasem na ziemiach zawierających wapno, 2 do 3$^0/_0$ azotu mogą być rocznie uruchomione na korzyść roślinności. Przy powolnym rozkładzie substancyi organicznej, kwas węglowy wywiązuje się skąpo, a skutkiem tego ten najważniejszy czynnik wietrzenia nie działa z odpowiednią siłą na rozkład mineralnych cząstek ziemi. Praktyka też, nie znając nawet przyczyn, oddawna ziemie takie nazwała zimnemi, nieczynnemi; my zaś, opierając się na przyczynach zjawisko

to wywolujących, nadaliśmy im miano ziemi chemicznie opornych.

Wysoka temperatura przyspiesza rozkład próchnicy, a stąd ciepły klimat dopełnia braki ziemi z natury zimnej. To też w klimacie gorącym gleby bezwapienne będą dostatecznie czynne, nieokazując właściwości opornych. Wobec naszych wszakże warunków cieploty, temperatura jest niewystarczającą dla tego celu, i aby próchnica mogła się dostatecznie szybko rozkładać, musi się ona w naszych ziemiach znajdować w połączeniu z wapnem, gdyż te połączenia, nawet przy niższej temperaturze, podlegają łatwemu utlenieniu. W naszej jednak strefie klimatycznej, promienie słońca są w możności o tyle zagrzać samą powierzchnię ziemi, że tu, do pewnej małej głębokości, nawet pomimo braku wapna, próchnica ulega w miarę szybkiemu i dostatecznemu utlenieniu. Dzialaniu wyższej temperatury dopomagamy przez mechaniczną uprawę tej warstwy powierzchownej, czyniąc bowiem ziemię przewiewną, pobudzamy utlenienie. Wpływy te wszakże sięgać mogą do pewnej tylko głębokości i działać tylko przy samej powierzchni ziemi; głębiej temperatura jej jest już za nizka, wpływ jej za slaby, pomoc uprawy mechanicznej ustaje, rozkład próchnicy odbywa się za słabo, a przy niedostatecznem jej utlenieniu gromadzą się kwasy organiczne, występują zjawiska redukcyi i caly przebieg chemicznych reakcyi musi być innym. W ten sposób występują różnice pomiędzy glebą a podglebiem.

W poprzednich częściach tej pracy byla tylko mowa o podłożu, to jest o warstwie głębszej, której wpływ na naturę tak gleby, jakoteż i podglebia w różny sposób się przejawiał; różnicą zaś pomiędzy glebą i podglebiem nie zajmowaliśmy się, gdyż ta polega przeważnie na większej ilości próchnicy zawartej w glebie, w porównaniu z podglebiem; zasadniczych różnic zwykle tu niema. Tymczasem tutaj, w takich ziemiach bezwapiennych, te dwie warstwy wyróżniają się w wysokim stopniu i to pod wielu względami. Określenia «gleba i podglebie» tu właśnie po-

winny być silnie zaakcentowane, różnica bowiem w ich naturze, staje się w praktyce przyczyną rozmaitych skutków, a cała praca ziemi jakoteż rolnika w niej, w takich ziemiach bezwapiennych, chemicznie opornych, ogranicza się do samej gleby; podglebie jest tu mało czynne i mało użyteczne.

Najprzód uwydatnia się to w pomyślnym wzroście tych jedynie roślin gospodarskich, których korzenie ograniczać się mogą na życiu w powierzchownej warstwie ziemi. Szlachetniejsze wszakże rośliny, przedstawiające trudniejsze warunki bytu, żądające odpowiedniej ziemi w głębszej warstwie, jak n. p. pszenica, buraki, koniczyna czerwona, nie chcą się na tych ziemiach rodzić, z powodu ich złego podglebia.

Sam sposób użycia obornika na tych ziemiach i jego skutki na plony są mocno ograniczone naturą podglebia. Świeżo wywieziony nawóz na takich ziemiach powinien być bardzo płytko przyorywany, lecz nawet po nastąpionem już przegniciu nie można go na tych glebach głęboko przeorywać i mieszać z grubszą warstwą ziemi, ta bowiem część jego, któraby się dostała za głęboko, mogłaby uledz niekorzystnemu, kwaśnemu rozkładowi. Tymczasem na ziemiach tych, dla pozyskania pożądanego plonu pszenicy, należy użyć większych ilości obornika, ziemie to bowiem mało czynne, a nawet zwykle same przez się uboższe w składniki pożywienia. Większa ilość nawozu skoncentrowana w cienkiej warstwie gleby, w razie sprzyjających warunków klimatycznych ciepła i wilgoci, działa tak energicznie na wzrost pszenicy, że ta bardzo łatwo w tym razie podlega wylegnięciu. W każdym razie działanie obornika ogranicza się do krótszego czasu wegetacyjnego, aniżeli na innych glebach, tu bowiem rozkład jego musi oczekiwać pory gorętszej. Przez pogłębienie uprawy, gdyby to było możliwem, rozkład nawozu stałby się powolniejszy wprawdzie, ale za to więcej jednostajny; nawóz żywiłby roślinę równomierniej. Dlatego to na tych ziemiach przepuszczalnych, o średnich własno-

ściach fizycznych, plony pszenicy, pomimo, że powinnyby być więcej pewne i jednostajne, podlegają daleko większym różnicom, aniżeli to ma miejsce na ziemiach ciepłych, chociażby więcej wilgotnych i zwięzłych. Na tych ziemiach różnica w naturze gleby i podglebia oddziaływa w bardzo silny sposób na ich uprawę mechaniczną.

Przedewszystkiem głębokość uprawy jest tu okolicznością bardzo ograniczoną.

O głębokości orki decyduje najprzód jakość uprawianych roślin, a dalej ilość obornika, którym gospodarstwo rozporządza. Przy uprawie roślin kłosowych 8-calowa głębokość orki jest wystarczającą, nawet przy wymaganiu wysokich plonów; tam zaś, gdzie usilnie hodują buraki, uprawa musi być głębszą. Jasną jest rzeczą, że im głębiej się orze, tem silniej trzeba nawozić, rośliny bowiem wymagają pewnej koncentracyi pożywienia; tylko zbyt bujny ich wzrost usprawiedliwia rozcieńczenie pożywienia, które osiągamy przez pogłębienie orki. Temi samemi zasadami należy się kierować przy określaniu głębokości uprawy. U nas orze się przeciętnie płytko, na 5 do 6 cali. Nieraz można się spotkać z nawoływaniem i zachętą do pogłębienia warstwy rodzajnej; w tym jednak razie niedosyć jest zwracać uwagę jedynie na powyżej wyłuszczone względy; szczególniej mając do czynienia z glebą bezwapienną, pogłębienia orki należy dokonywać z wielką ostrożnością. Ani znaczna ilość nawozu, ani chęć zabezpieczenia roślinom lepszego wyżywienia się, nie mogą tu służyć za usprawiedliwienie i zasadę pogłębienia. W tym wypadku jesteśmy ograniczeni przez naturę podglebia i warunki, w jakich się znajduje pożywienie roślinne, skoro się dostanie tak głęboko od powierzchni ziemi. W ziemi bezwapiennej, chemicznie opornej, gleba dobra znajduje się blizko powierzchni; jeżeli zaś, zapomocą pogłębienia, dostanie się w miejsca podglebia, wówczas zdziczeje ona i nabierze tego złego charakteru, jaki tu posiada podglebie. W tych ziemiach bowiem, nie sama pierwotna natura podglebia jest złą, gdyż ono się pierwotnie mało różniło

od gleby, ale warunki rozkładu są nieodpowiednie, niewystarczające.

Ta warstwa ziemi, którą nazywamy glebą, ciemniejsza z powodu większej ilości zawartej w niej próchnicy, sięga zwykle trochę głębiej, aniżeli głębokość uprawy mechanicznej, a to z powodu przesiąkającej w podglebie próchnicy; od tego ostatniego zaś jest odgraniczona mniej lub więcej ostro się oddzielającą linią. Jeżeli na ziemi bezwapiennej zorzemy za głęboko, to po pewnym czasie, ta część gleby, która się dostała w strefę warunków podglebia, zmieni zabarwienie, stanie się jasną i nabierze charakteru podglebia, czyli, jak się praktycy wyrażają, zdziczeje. Im wyraźniejszą linią odgraniczona jest gleba od podglebia, i im silniej występuje różnica w zabarwieniu, tem więcej różnią się pomiędzy sobą warunki, jakie istnieją w tych dwóch warstwach ziemi, i z tem większą ostrożności należy posuwać pogłębienie, aby nie stracić częściowo gleby już lepszymi przymiotami obdarzonej. Najwięcej niepowodzeń z pogłębiania orki doznali niedoświadczeni rolnicy na zimnych glebach bezwapiennych; należy przyjąć za zasadę, że na ziemiach tej kategoryi, o korzystnem pogłębieniu ziemi można myśleć tylko przy współczesnem wapnowaniu. Praktyka dawno już poznała, że praca i wyzyskiwanie takiej ziemi muszą się odbywać jedynie w jej warstwie powierzchownej i obmyśliła rozmaite sposoby postępowania tą drogą. Na ziemiach tych widzimy zagony, uprawę redlinową i tym podobne środki, mające wszystkie na celu wystawienie ziemi na jak największe działanie ciepła i powietrza. Zagony są tu stosowane więcej w celu nagromadzenia warstwy powierzchownej, aniżeli dla zabezpieczenia jej od nadmiaru wilgoci. Zresztą na tych ziemiach wszelki nadmiar wilgoci działa o tyle szkodliwie, że obniża temperaturę ziemi i osłabia rozkład. Dla tej to przyczyny ziemie bezwapienne lekkie, przy ekstenzywnym systemie gospodarowania są więcej cenione, aniżeli cięższe; pierwsze, w porównaniu z drugiemi, nazywają dorobnemi. Jeżeli wszakże użyjemy środków intezywniej-

szego gospodarstwa, a przedewszystkiem wapnowania, wówczas użyteczność tych ziemi zaraz się zmieni; cięższe i dostatnio wilgotne ziemie, stają się bez porównania urodzajniejszemi, aniżeli lekkie, które, wobec niedostatku wilgoci, nie wytrzymują usilnej uprawy.

Oto są, w najogólniejszych zarysach, cechy ziemi bezwapiennych, obdarzonych właściwością rolniczą oporności chemicznej.

Pomiędzy glebami, zawierającemi dostatek węglanu wapniowego, a więc uległemi i bezwapiennemi, chemicznie opornemi, napotykamy w naturze wszelkie możliwe przejścia. Dlatego przy oznaczeniu stopnia chemicznej oporności gleby, a więc w przejściu z typu drugiego do trzeciego, napotykamy w praktyce na podobne trudności, jakie nam się przedstawiały przy ustaleniu warunków, koniecznych dla lżejszej gleby lodowcowej, aby ta była dostatnio wilgotną dla uprawy pszenicy, czyli na granicy pomiędzy typem pierwszym i drugim.

Ziemię uległą w całem znaczeniu tego słowa, ciepłą, z dostatkiem w niej węglanu wapniowego, nietrudno rozpoznać w praktyce; lecz niejednego badacza, który nie był zarazem rolnikiem, mógł uwieść brak zupełny obfitości tego składnika w glebach, które nawet pomimo to są urodzajne i powinny być zaliczone do uległych, czynnych: być może, że dla tej przyczyny składnikowi temu nie przypisywano należytego znaczenia. Bardzo często właśnie spotykamy gleby, zawierające 0,1%, 0,2%, 0,3% węglanu wapniowego, a które tymczasem w praktyce przedstawiają się jako chemicznie uległe, jeżeli tylko nie są bardzo zwięzłe, t. j. zbytnio w miał obfite. Ta minimalna w nich ilość węglanu wapniowego w zupełności wystarcza, aby wszystkie reakcye odbywały się w sposób cechujący właśnie ziemie uległe. Gleby jednak tego składu, zawierające zaledwie cząstki procentu węglanu wapniowego, nie mogłyby stale istnieć w naturze, gdyby ten składnik nie był im ciągle dostarczany z zewnątrz. Wiemy bowiem dobrze, że wody atmosferyczne same przez się,

to jest bez udziału sprzątanych plonów i nawozu, który ten składnik rozpuszcza, są w możności wyługować 0,1% węglanu wapniowego z warstwy gleby na 20 centymetrów grubej, w przeciągu dwudziestu lat.

Źródłem, które stale dostarcza tym glebom węglanu wapniowego w miarę potrzeby i jego ubytku, jest marglowe podłoże, pod niemi leżące. Z jego obfitego zapasu, węglan wapniowy, rozpuszczony w wodzie, wznosi się wraz z nią do wyższych warstw gleby i podglebia, a znajdując się już w formie rozpuszczonej, działa całą swą ilością, przez co wystarcza nawet w tak małej dozie. Takie jest niewątpliwie pochodzenie tych małych ilości węglanu wapniowego, często w glebie napotykanych i wystarczających dla potrzeb ziemi, ponieważ są stale dostarczane; dziwną tylko jest rzeczą, że dotąd okoliczność ta nie zwracała na siebie uwagi i dlatego też brak zupełnie badań odpowiednich, pomimo, że w praktyce działanie to objawia się często nader wyraźnie.

Dla powyższych powodów, przy określaniu uległości gleby, powinna być braną pod uwagę nietylko wyraźna w niej zawartość węglanu wapniowego, lecz także obecność pod nią marglowego podłoża; stopień zaś oddziaływania tego ostatniego zależy od odległości, w jakiej się ono znajduje pod glebą. Z poprzedniego wiemy, że jeżeli podłoże marglowe leży pod powierzchnią ziemi w odległości jednego metra, wówczas możemy się spodziewać, że będzie ono do tego stopnia dostatecznie zasilać naszą glinę lodowcową w węglan wapniowy, iż ta, jako gleba, okaże się uległą, ciepłą. Jeżeli wymienione podłoże będzie głębiej, to w miarę tego ziemia będzie się stawać stopniowo oporniejszą, koniczyna jednak będzie mogła jeszcze korzystać z jego obecności; gdy wreszcie znajdzie się ono głębiej, niż na półtora metra, wszelki wpływ jego ustanie, ziemia zachowa się jak bezwapienna, t. j. będzie chemicznie oporną, a dla koniczyny nieurodzajną.

Ziemie czynne, ciepłe — jak je nazwaliśmy — uległe, należące do typu trzeciego, bez przeszkody dozwalają

rolnikowi wyzyskiwać ich naturalną zasobność, opłacają najlepiej pracę jego i wszelkie wkłady dla nich ponoszone. Nie potrzeba tu poprawiać gleby, jako warsztatu rolniczego, a dbać jedynie o dostarczanie składników pożywienia i o uprawę mechaniczną.

Glinka lössowa, to jest nasz typ czwarty, odznacza się podobnemi właściwościami, jak ziemie poprzednie; dzięki jej specyalnej budowie, jest ona jeszcze mniej oporną mechanicznie, a oporność jej chemiczna jest łagodzona przez własności fizyczne, skutkiem czego niełatwo się zakwasza. Łatwa jej przepuszczalność wszakże jest powodem, że dla uzyskania pożądanych plonów wymaga większych opadów atmosferycznych, aniżeli ciepłe, zwięźlejsze gliny typu trzeciego. Prócz tego, położenie lössu — nizinne czy górskie — musi oddziaływać na jego wartość rolniczą. Löss nizinny przedstawia się zawsze jako urodzajny, mniej czuły na suszę i zwykle pokryty warstwą dobrej próchnicy; löss w położeniu górskiem bywa często suchy, wyłącznie mineralny, biedny w próchnicę, przez co staje się chemicznie opornym, gdyż mu brakuje najsilniejszego środka, pobudzającego wietrzenie mineralnych cząstek ziemi.

Wreszcie typ piąty — rędzina jedyna nasza prawdziwie wapienna gleba, dzięki właśnie tej okoliczności, przedstawia odrębne właściwości rolnicze. Bardzo często jest nadzwyczaj oporna mechanicznie, a nadto odznacza się tem, że sprzyja wzrostowi specyalnych gatunków roślin, o czem była mowa poprzednio. Tutaj dodamy, że u nas w kraju znajdują się różne przejścia pomiędzy rędzinami i glebami pochodzenia lodowcowego. W rędzinie może się zawierać domieszka materyału lodowcowego, a nawet może być ona pokryta cienką warstwą osadów lodowcowych; znamy więc rędziny czyste, rędziny z domieszką, rędziny pokryte parocalową cienką warstwą gliny lodowcowej, rędziny pokryte cienką warstwą piasku, wreszcie grubość obcej warstwy może być znacznie większą, przez to jednak gleba traci już charakter rędziny. Okoliczności te muszą oczywiście wpłynąć na zmianę właściwości rędziny;

prosta domieszka okruchów skał krystalicznych dostarczy potasu, którego często brakuje w czystych rędzinach; cienka pokrywka gliniasta zmniejszy oporność mechaniczną, właściwą rędzinie, warstwa zaś piasku utworzy grunt lekki i suchy. W tym ostatnim wypadku rozpuszczona z piasku krzemionka osadza się w wierzchniej warstwie wapienia, czyniąc go trudno ulegającym wietrzeniu.

Zbliżając się ku końcowi nauki o glebie, przytoczmy raz jeszcze nasze typowe gleby, wraz z ich właściwościami.

Typ pierwszy — gleby pochodzenia lodowcowego, piasczyste, lub glinkowato-piasczyste, o blizkiem piasczystem podłożu, charakteryzują się niedostatkiem wilgoci; mało spójne, do uprawy łatwe, mało zasobne w składniki pożywienia, zamożniejsze wszakże, aniżeli ziemie piasczyste innego pochodzenia. Chemicznej oporności nie objawiają, gdyż sam brak wilgoci ogranicza wysokość produkcyi; w położeniu jednak wilgotnem stają się kwaśne i chemicznie oporne. Ziemie te przedstawiają się jako niedogodne siedlisko roślinne, to jest jako gleby o złych fizycznych i chemicznych własnościach, a także jako ubogi zapas pożywienia; jest to zły i niezasobny warsztat rolniczy. Należałoby przedewszystkiem poprawiać glebę i następnie ją wzbogacać.

Typ drugi — gleby pochodzenia lodowcowego, glinkowate i gliniaste bezwapienne, charakteryzują się opornością chemiczną, spowodowaną brakiem węglanu wapniowego; dostatnio wilgotne, średnio spójne i średnio tylko, albo nawet i zamożne w składniki pożywienia. Ziemie te przedstawiają siedlisko dla roślin o tyle niedogodne, że gleba pomimo dobrych własności fizycznych, posiada złe własności chemiczne, skutkiem czego rośliny nie mogą należycie korzystać z zawartego zapasu pożywienia; praca zaś tak samej ziemi, jak i rolnika, ogranicza się do wyzysku samej gleby, która tutaj mocno się różni od podglebia. Tu więc przedewszystkiem należy poprawić glebę,

przez zmianę jej chemicznych własności za pośrednictwem wapna, aby módz w dalszym ciągu w całości i w należyty sposób korzystać z jej zapasu pożywienia.

Typ trzeci — gleby pochodzenia lodowcowego gliniaste, zawierające wapno, lub posiadające blizkie podłoże marglowe, charakteryzują się uległością chemiczną; w praktyce znane, jako ciepłe, czynne. Często bywają mocno spójne i wilgotne, zwykle bardzo zasobne w składniki pożywienia. Ziemie te przedstawiają się jako dogodne siedlisko dla roślin i zasobny lub nawet bogaty skład ich pożywienia. Tutaj nie trzeba poprawiać ani fizycznych, ani chemicznych własności gleby, które są dobre, a dbać jedynie o dostarczenie pożywienia roślinnego w miarę jego ubytku, prawidłową zaś uprawą, której głębokość tylko ilość nawozu może ograniczać, wspierać naturalne przymioty tych gruntów.

Powyższe trzy typy gleby, są pod względem natury, zależne od podłoża, które trzeba znać; w następnych typach podłoże się nie zmienia.

Typ czwarty — glina lössowa, utworzona w epoce dyluwialnej, tworzy gleby charakteryzujące się pewnemi odrębnemi własnościami fizycznemi. Są to ziemie średnio spójne, średnio zamożne, lecz urodzajne, bo szczególne ich własności fizyczne, a także ich uległość, dozwalają na wyzyskanie znajdującego się w nich pożywienia. Löss górski często cierpi na brak wilgoci, a stąd zawiera mało próchnicy, skutkiem czego okazuje pewną oporność chemiczną. W tym razie należy poprawiać tak fizyczne, jak i chemiczne własności gleby, przez powiększanie w niej zapasu próchnicy.

Typ piąty — rędzina, utworzona z rozwietrzenia skał wapiennych epoki kredowej, charakteryzuje się zwykle nadzwyczajną opornością mechaniczną i odrębnem zachowywaniem się względem świata roślinnego, tak naturalnego, jak i hodowanego. Jako gleba, posiada doskonałe własności chemiczne, lecz bardzo złe fizyczne, przejawiające się nadzwyczajną spójnością, spotęgowaną przez ła-

twość powierzchownego wysychania. Gleba ta stanowi zwykle bardzo zasobny skład pożywienia roślinnego. Gdyby nie nadzwyczajne nieraz trudności przy jej uprawie, byłaby glebą wyborową. Ponieważ w tym razie nie można poprawić złych własności gruntu, trzeba zwracać szczególną uwagę na odpowiednią porę dla uprawy mechanicznej, a także na dobór roślin, odpowiednich dla takiej ziemi wapiennej.

Takie są nasze typowe gleby — najważniejsze, bo tworzące przeważną część powierzchni kraju; nie wyłącza to wszakże możliwości znajdowania się u nas i innych, odpowiedniemi właściwościami obdarzonych gruntów, zajmujących już mniejsze przestrzenie. Te ostatnie jednak pominęliśmy jak na teraz, skoro przy obecnym stanie naszych wiadomości, nawet główne, typowe gleby, nie mogą być opisane z całą przynależną ścisłością. Niezbędnemi byłyby przedewszystkiem wyczerpujące monografie n. p. lössu, rędziny i t. p. Jeden rolnik lub badacz nie jest w możności opisać tych wszystkich gruntów z jednakowym stopniem dokładności. Co do nas, sądzimy, że podaliśmy w tej pracy pierwsze niezbędne wskazówki: w jaki sposób je badać i co należy przy ich opisie uwzględniać.

Niejeden z czytelników, zadziwi się, być może, iż w pracy, zatytułowanej «Nauka o glebie», nie znalazł podanych zasad fizycznego i chemicznego badania ziemi, wraz z odpowiedniemi metodami analitycznemi, jak to przywykliśmy spotykać w podręcznikach, obdarzonych tym tytułem. Sposobów fizycznego i chemicznego badania ziemi nikt się nie nauczy wyłącznie z książki: dla pracujących zaś w laboratoryach posiadamy dostatek podręczników odpowiedniej treści. Wreszcie uważam je jedynie za środek i to tej natury, że nawet najwięcej uczony rolnik nie będzie się nim z korzyścią posługiwać, należy on bowiem do odrębnej specyalności, wymagającej wprawy i odpowiednich przyborów. W przeważnej liczbie dzieł, szczególniej niemieckich, zatytulowanych jako nauka o glebie (Bodenkunde), znajdujemy nieraz prawie wyłącznie zesta-

wienie samych tylko fizycznych i chemicznych badań i teoretycznych wyników; autorzy uważają tę naukę za jakąś abstrakcyjną, czysto teoretyczną wiedzę, zowiąc ją Pedologią. Sądzimy, że tytuł tych dzieł nie odpowiada pomieszczonej w nich treści, która powinna tworzyć część nauki chemii stosowanej do rolnictwa. Z naszej strony, uważamy naukę o glebie, jako wiedzę stosowaną, z dążnością praktyczną, gdyż ona w tem tylko znaczeniu przedstawia interes ogólny; posiłkując się wszelkimi środkami, tak naukowymi, jak i praktycznymi, powinna ona mieć na celu wskazanie rolnikowi przyczyn większej lub mniejszej urodzajności ziemi, aby przez poznanie takowych wiedział, jakie środki odpowiednie nawożenia i uprawy ma stosować dla podniesienia plonów swej ziemi.

W tym dziale naszej pracy trzymaliśmy się powyższego założenia. Usiłowaliśmy podać rolnikom wskazówki, jak postępować i w jaki sposób posiłkować się zarówno środkami naukowymi, jak i praktycznemi badaniami, aby rozpoznać w naturze ziemi te warunki, od których zależy stopień jej urodzajności; aby wreszcie, jeżeli sami nie potrafią rozwiązać pewnych wątpliwości, umieli jasno sformułować zadawane przez siebie pytania, udając się do specyalistów w laboratoryach po rozstrzygnięcie swych wątpliwości.

WYKŁAD SZCZEGÓŁOWY O ROLI.

Powody mniejszej lub większej urodzajności roli, leżące w niej samej, a więc niezależne od wpływów zewnętrznych, wynikają z przyczyn dwojakiego rodzaju, a stąd rozdzielić je należy na dwie odrębne kategorye. Rola powinna spełniać dwojakie obowiązki względem roślin na niej uprawianych: przedewszystkiem przedstawiać dla nich odpowiednie siedlisko, a więc stanowić glebę w prawdziwem tego słowa znaczeniu i być niejako warsztatem rolnika; zaś następnie powinna tworzyć zasobny skład «czyli zbiornik» pożywienia roślinnego. Urodzajność roli zależy od spełniania przez nią zarówno jednych, jak i drugich obowiązków.

Z tego powodu wszelkie czynności w roli, bez względu na sposób ich wykonania, służą do celów dwojakiej natury, zależnie od tego, którą z dwóch kategoryi przyczyn nieurodzajności roli mają poprawić. Uprawa mechaniczna dąży prawie wyłącznie do przysposobienia gleby, a więc do tego, aby rola zadosyć czyniła pierwszemu obowiązkowi; przy nawożeniu zaś spotykamy: 1) środki prowadzące do poprawienia samej gleby, jako to: nawożenie próchnicą, gliną, marglem, wapnem i t. p., 2) środki do powiększenia zamożności roli, to jest użycie nawozów właściwych.

Zastanówmy się w krótkości nad warunkami, jakim

rola powinna zadosyć czynić, jeżeli ma przedstawiać dogodne siedlisko dla roślin, czyli tworzyć odpowiednią glebę; nie chodzi tu bowiem jedynie o jej własności fizyczne i dogodną podporę dla rośliny, ale musi ona zadosyć czynić i innym warunkom, wynikającym z jej własności chemicznych.

Gleba powinna mieć dostateczną spójność, nie być za luźną, przedewszystkiem bowiem musi ona tworzyć stałą podporę dla roślin, być przytem o tyle pulchną, aby korzenie mogły w nią wrastać swobodnie.

Gazy, resp. powietrze, powinny w nią przenikać z pewną łatwością, aby się w niej stale znajdowały niezbędne: tlen i azot, pochodzące z atmosfery.

Powinna posiadać taki skład fizyczny swych cząstek, a obok tego warunki warstwy podłoża, aby korzystając z opadów atmosferycznych, była dla roślin dostatnio wilgotną, ani za suchą, ani za mokrą i posiadała możność zatrzymania w sobie zapasu wilgoci, potrzebnego na pewien czas w razie suszy.

Pod wpływem ciepła słonecznego powinna rozgrzewać się dostatecznie, a ciepła stąd nabytego zbyt łatwo nie tracić, gdyż szybkie zmiany temperatury szkodziłyby roślinności.

Warunki powyższe zależą przeważnie od własności fizycznych gleby, chemiczne zaś własności głównie ułatwiają pobieranie pożywienia z zapasu, znajdującego się w ziemi i określają łatwość, z jaką to może się odbywać. Przeważna ilość pożywienia roślinnego, obecna w ziemi, znajduje się w postaci na razie nieużytecznej dla roślin, będąc uwięzioną w związkach trudno rozpuszczalnych. Nawet nawozy, którymi rolnik wzbogaca ziemię, muszą uledz przemianie postaci, w jakiej się zwykle znajdują, aby stać się przystępnymi dla roślin; niektóre tylko z pomiędzy nawozów sztucznych już są w formie gotowej do przyswojenia przez korzenie. Gleba zatem musi przygotowywać pożywienie dla roślin przez działanie chemicznych reakcyi w niej się odbywających i zależnych od jej wła-

sności chemicznych; te ostatnie więc decydują o łatwości i szybkości, z jaką pożywienie znajdujące się w ziemi może być uruchomione na korzyść roślin. Ta sama zasobność ziemi, ten sam nawóz, mogą się dawać łatwiej lub trudniej spożytkować, zależnie od natury gleby. Rola, nawet wobec jednakowej ilości zawartych w niej składników pożywienia, może być w różnym stopniu urodzajną. To też gleba stanowi wówczas dogodne siedlisko dla roślin, jeżeli należycie spełnia obowiązek szybkiego przygotowywania pożywienia; przytem jednak powinna posiadać własność przytrzymywania w sobie, czyli absorbowania związków rozpuszczalnych, w przeciwnym bowiem razie mogłaby je utracić pod wpływem wypłukania przez wody przesiąkające przez glebę. Wreszcie gleba powinna przedstawiać odpowiednie warunki dla życia mikroorganizmów, o czem wprawdzie mamy obecnie niedokładne jeszcze pojęcie; wiemy, że w niej żyją różne gatunki drobnoustrojów, że działanie ich jest ważne, czynności niektórych zaczynamy poznawać, ale naukowe zdobycze są w tym kierunku za szczupłe, aby mogły kierować czynnościami praktyki. Możemy powiedzieć, że jesteśmy dopiero na tropie szeregu zjawisk, dotąd nieznanych.

Taką jest w najogólniejszym zarysie pierwsza kategorya obowiązków roli, jeżeli ta ostatnia ma służyć jako gleba; drugi szereg jej obowiązków dotyczy, jak wiemy, zasobności w składniki pożywienia, których powinna być zbiornikiem.

Wyraźna odrębność pomiędzy dwoma kategoryami przyczyn urodzajności roli jest okolicznością nader ważną, gdyż nieuwzględnianie jej doprowadzało nieraz do błędnych pojęć i wniosków, a stąd do niepowodzeń w praktyce. Zarówno przy badaniu natury i użyteczności gruntu, jak i przy korzystaniu z roli i stosowaniu środków dla jej poprawienia, należy przedewszystkiem stawiać pytanie: co może ograniczać wysokość plonów, czy własności roli, jako gleby, czy też niedostatek odpowiedniego pożywienia? Pytanie to powinien mieć rolnik bezustannie

na myśli, a dopiero rozwiązanie takowego, aczkolwiek często niełatwe, doprowadza do jasnego zrozumienia potrzeb roli. W praktyce wyjątkowo tylko napotkać można równowagę w spełnianiu przez rolę tych dwóch obowiązków; do tej równowagi wszakże należy dążyć ustawicznie.

Gleba musi zawierać piasek, glinę, próchnicę i wapno w pewnym określonym stosunku; brak lub przewaga jednego z nich czynią ją niekompletną lub o składzie jednostronnym, skutkiem czego nabywa ona własności nieodpowiednich i nie czyni zadosyć tym warunkom, jakie posiadać powinno dogodne siedlisko dla roślin.

Tyle tymczasem o materyałach wchodzących w skład gleby.

Każdy z czterech składników gleby odznacza się pewnemi własnościami, a przez to obecnością swoją w (mniejszej lub większej ilości) wywiera wpływ na fizyczne i chemiczne własności gleby. Znajomość tego wpływu jest rzeczą bardzo ważną dla rolnika, w ten bowiem sposób zdaje on sobie sprawę z przyczyn wytwarzających własności ziemi i tą drogą dowiaduje się, które z nich i jakim sposobem możnaby zmienić w celu oddziałania na właściwości gleby; uzyskuje przeto wskazówki dla jej nawożenia. Wprawdzie, właściwości gleby, jak już o tem gdzieindziej (w dziale pierwszym) wspomnieliśmy, nie należą wyłącznie do jej własności, wynikających z natury składników, ale wpływają na nie również: klimat, położenie, natura warstw głębszych i t. p.; tych ostatnich jednak warunków rolnik albo nie może zmienić, albo jest w stanie zmodyfikować je tylko w nieznacznym stopniu i dlatego też jedyną drogą, jaka mu pozostaje dla poprawienia właściwości gleby, jest zmiana jej własności zapomocą nawożenia i uprawy mechanicznej. I tymi jednak środkami wiele można zrobić, a sam wpływ składników gleby jest pierwszorzędnego znaczenia; w tych samych bowiem warunkach klimatu, położenia i uwarstwowania, widzimy

gleby z odmiennemi właściwościami, a więc suche i mokre, zimne i ciepłe, lekkie i ciężkie, a to zależnie od tworzących je składników. Chcąc więc posiadać wskazówki dla nawożenia, musimy przedewszystkiem poznać własności pojedynczych składników i wpływ, jaki wywierają na własności gleby.

ROZDZIAŁ I.

Piasek.

Tworzenie się piasku rozpoczęło się z chwilą pierwszego rozdzielenia mórz i lądów, gdyż brzeg morski, wystawiony na działanie fal oceanu, jest właściwą miejscowością, gdzie piasek zostaje przygotowywany. Stąd piaski wytworzone w wodzie słodkiej są nieliczne i do nich należałoby zaliczyć utwory węgla brunatnego, a także osady lodowcowe. Pierwotnym materyałem dla utworzenia się piasku były ziarnka kwarcu, zawarte w skałach krystalicznych i wybuchowych; do nich dołączyły się ziarnka samych skał lub pojedynczych minerałów, posiadające wielkość ziarnek piasku. Ta mieszanina stosownie do wielkości składających je ziarnek, utworzyła produkt ziemi, zwany piaskiem. Z powodu domieszki różnej natury do ziarn kwarcu, stanowiących istotną treść piasku, ten ostatni przedstawiał skład niejednakowy. Tak utworzony materyał piasczysty z biegiem czasu ulegał różnemu losowi. Nawet bardzo dawno uformowane piaski mogły dotrwać, jako takie, aż do naszych czasów; znamy n. p. bardzo stare piaski, sięgające aż epoki kambryjskiej, leżące na powierzchni ziemi w okolicy Petersburga; podobnie w kotlinie węglowej Moskwy znane są piaski luźne, jakby lotne. Najczęściej jednak piaski uległy dalszym przemianom; utworzone i osiadłe na wybrzeżach morskich zostały wreszcie zlepione pod wpływem osadzającego się mułu, zawieszonego w wodzie i rozpuszczonych w niej substan-

cyi, i utworzyły nowe skały, które z przyczyny piaszczystego materyału nazwano piaskowcami. Z piasków, które oprócz ziarn kwarcu, zawierały dużo domieszki ze skał i minerałów, powstała szarawaka (Grauwacke), skała pokrewna piaskowcom, którą napotykamy w dawniejszych formacyach aż do węglowej. Jest ona złożoną z kanciastych i okrągłych ziarnek kwarcu, okruchów szyfrów i skał krystalicznych, zlepionych gliniastem lepiszczem. Podobnie skała, zwana arkozą, zresztą dosyć rzadka, oprócz ziarnek kwarcu zawiera dużo feldspatu, stąd uważaną była, jako granit odmłodzony. Piaskowcami zaś nazywamy skały powstałe z piasków, złożonych przeważnie z ziarn kwarcu, a stosownie do natury lepiszcza odróżniamy piaskowce wapienne, żelaziste, gliniaste i kwarcowe. Gdy ziarnka kwarcu zostaną tak dokładnie zlepione krzemionką, że ich od siebie odróżnić nie można, wówczas powstaje jednolita skała, zwana kwarcytem, bardzo twarda i oporna na działanie czynników zewnętrznych.

Powierzchnia ziemi jednak podlegała przez przeciąg epok geologicznych ciągłym ruchom. Dna morskie, przykryte wodą, z biegiem czasu stawały się lądami, a skały piaskowcowe, utworzone na brzegach morza, nieraz musiały utworzyć powierzchnię ziemi; wystawione tutaj na działanie czynników atmosfery, ulegały procesowi wietrzenia, skutkiem czego ponownie rozsypywały się w piasek, który z biegiem czasu i zmianą warunków mógł być po raz drugi zlepionym i utworzyć skałę.

Piasek więc mógł wielokrotnie ulegać tym przemianom. Przy tych procesach zawarte w piasku ziarnka kwarcu, jako najoporniejsze na wpływy tak mechanicznej jak i chemicznej natury, przetrwały inne dodatki, to jest ziarnka skał krystalicznych i minerałów. Te ostatnie roztarte i rozwietrzałe, zostały uprowadzone z piasku w postaci szlamu i w rezultacie piasek stawał się coraz w kwarc bogatszym. Najdłużej mu towarzyszą mika i związki żelaza, jeżeli te ostatnie nie zostały rozpuszczone pod wpływem substancyi organicznej.

Oprócz piasku utworzonego w morzu i powstałych z niego skał piaskowcowych, dla naszego kraju bardzo ważnym jest piasek utworzony z północnych skał krystalicznych, a powstały przez roztarcie ich lodowcami i następnie przemycie i rozsortowanie wodą z topniejących lodowców. Piaski te lodowcowe, dyluwialne, oprócz ziarn kwarcu, zawierają bardzo dużą stosunkowo domieszkę ze skał i minerałów i szczególniej obfitują w feldspat. Jako utworzone niedawno i to skutkiem mechanicznego roztarcia, odznaczają się świeżością, okazując małe stosunkowo ślady zwietrzenia.

Główną cechą zewnętrzną piasku jest wielkość jego ziarnek, określona pewnemi granicami, gdyż gruby piasek przechodzi w żwir, drobny zaś w mułek lub miał. Pomimo skomplikowanych czynników, które się składają na ustalenie wielkości ziarnek piasku, wielkość ta posiada pewną, określoną miarę. Na wybrzeżu morskiem, gdzie fale rozdrabniają okruchy skaliste, te ostatnie tak długo są poruszane i tłuczone, dopóki nie dojdą do wielkości ziarnek piasku; wówczas, cofnięte przez wody od brzegu morskiego, osiadają spokojnie, już nieporuszane. Żwir jest w ciągłym ruchu, dopóki się na piasek nie zamieni; że wobec takiej pracy mechanicznej, przy tworzeniu się piasku musi powstawać miał, to rzecz jasna, jest on jednak ubocznym tylko produktem. Piasek zatem jest wykończonym produktem działania mechanicznych czynników natury i tylko wyjątkowe okoliczności mogą w dalszym ciągu zmieniać wielkość jego cząstek. Stąd znajdujemy tem większą ilość piasku, im formacye są młodsze, ponieważ przybywa go ciągle, ubywa zaś mało. Wielkość ziarnek piasku jest często ważną cechą, wskazującą miejsce jego pochodzenia.

Jak już wiemy, głównym materyałem, z którego piasek się składa, są pewnej wielkości ziarnka kwarcu. Kwarc ten jest krystaliczny, o czem łatwo się przekonać zapomocą mikroskopu i światła spolaryzowanego. Ziarnka te mogą być ostrokanciaste (napotykamy to często w lössie),

kanciaste, okrągłe, zupełnie gładkie lub zmatowane na powierzchni, przeźroczyste, białe lub ciemne. Przez pokrycie ich powierzchni związkami żelaza, wapna lub humusu, piasek może nabyć charakterystycznej barwy. Bardzo ważną jest znajomość niekwarcowej, najczęściej krystalicznej domieszki w piasku; przez zbadanie jej możemy często rozpoznać pochodzenie piasku, a oprócz tego, domieszka ta przez wietrzenie i rozkład, dostarcza pożywienia roślinnego; od jej natury i ilości zależy wartość rolnicza piasku. Jako dodatek, znajdujemy także węglan wapniowy w ziarnkach wielkości ziarnek piasku. O tem mówić będziemy więcej szczegółowo przy opisie tego składnika.

O własnościach piasku kwarcowego niewiele można powiedzieć: pod względem chemicznym zachowuje się w glebie zupełnie obojętnie; obecność jego oddziaływa o tyle, że zmienia mechaniczny ustrój gleby, skutkiem czego nabywa ona pewnych własności, bezpośrednio nie działa on zupełnie, nawet woda nie wsiąka w jego ziarnka.

Piasek jest obecnym w każdej prawie glebie, ilość zaś jego podlega bardzo znacznym różnicom. Znamy grunty utworzone prawie z samego piasku, napotykanego nad brzegami mórz i dużych rzek; dalej wszystkie przejścia, aż do gruntów prawie zupełnie go niezawierających. Jako przykłady tych ostatnich, mogą posłużyć: ciężkie gliny plastyczne, prawie niezdatne pod uprawę i grunty wapienne, n. p. rędziny, które często nic prawie nie zawierają piasku, tylko większe kamyczki wapienne, miał wapienny i krzemionkowy, wreszcie glinę, iły złożone z nadzwyczaj drobnej krzemionki, w znacznej części niekrystalicznej, z pewnym dodatkiem gliny, wreszcie torfy, o ile te za glebę uważać można.

Gleby piaszczyste mogą być różnego pochodzenia; mogły mianowicie powstać:

a) przez zwietrzenie granitów i skał krystalicznych, obfitujących w ziarnka krzemionki. Grunty te leżą jeszcze na skałach macierzystych, jak tego mamy przykłady

w Bretanii, środkowej Francyi i wszędzie, gdzie te skały tworzą dzisiaj jeszcze powierzchnię ziemi.

b) przez zwietrzenie skał, utworzonych z materyałów piasczystych, a więc z szarej waki lub piaskowców.

c) z piasków wszystkich formacyi, które nie były przeistoczone w skały.

d) z piasków lodowcowych, które znamy na dużych przestrzeniach u nas i w północnych Niemczech.

e) wreszcie z piasków aluwialnych, świeżo utworzonych przez wodę przy rzekach i morzach, naniesionych wiatrem i t. p.

Weźmy pod uwagę parometrową warstwę piasku, której powierzchnia tworzy glebę. Jeżeli na grunt taki spadnie deszcz, to woda z niego przesiąknie niebawem do warstw głębszych, jest on bowiem łatwo przepuszczalny. Pomimo to gleba posiadać będzie pewną, jakkolwiek małą wilgotność: zatrzyma w sobie część wody, napoi się nią, gdyż takowa pozostanie kapilarnie przytrzymaną w tych miejscach, gdzie się dotykają cząstki piasku. Różne ziemie zatrzymują rozmaite ilości wody, a tę ich siłę nazwano zdolnością nasycania się lub napawania wodą. Oznaczamy ją stosunkiem wagi ziemi suchej do wagi wchłoniętej wody, którą ona jest w stanie zatrzymać, niepozwalając jej przesiąknąć w zupełnie nawet przepuszczalne podłoże. Tak n. p. grunt posiadający siłę nasycania się 20% potrafi zatrzymać w 100 kg. suchej ziemi 20 kg. wody. Metr więc kubiczny ziemi, ważący około 1500 kg. może przy tej sile napawania się zatrzymać 300 kg. wody, nie oddając jej w zupełnie nawet przepuszczalne podłoże. Warstwa przeto podobnego gruntu na 1 metr gruba, byłaby zdolną wchłonąć opad deszczu 300 milimetrów. Możemy przyjąć za ogólną zasadę, że nasze rośliny gospodarskie mogą korzystać zaledwie z tej ilości wody, która jest zawartą w warstwie ziemi grubej na 1 metr i ten tylko zapas co najwyżej powinniśmy brać w rachunek; wszelka woda, która przesiąknie głębiej, będzie dla roli straconą. Przypuśćmy, że piasek, o którym

mowa, posiada siłę napawania się wodą 5%, utrzymałby zatem w jednometrowej warstwie 75 mm. opadu deszczowego, gdyby nawet ilość opadu była większą, wilgotność jego nie zwiększyłaby się, nadmiar ten bowiem byłby straconym, przesiąknąwszy do warstw głębszych. Deszcze nie padają codziennie, lecz z parotygodniowemi przerwami; dlatego też grunt powinien posiadać możność zrobienia zapasu wody na czas suszy, w przeciwnym bowiem razie zboża cierpią na brak wilgoci, i właśnie ziemia piasczysta posiada tę wadę, której sztucznie usunąć nie można, podczas gdy wszelkim innym niedostatkom, jako to brakowi zasobności, siły absorbowania, możnaby choć w części zaradzić.

Obydwie wymienione własności, t. j. przepuszczalność i siła napawania się wodą, zależą, bez względu prawie na skład chemiczny ziemi, jedynie od rozmiarów cząstek tworzących glebę; im więc piasek drobniejszy, tem mniejszą jest jego przepuszczalność, a zatem przytrzymuje większe ilości wody. I w samej rzeczy, znamy w praktyce wyłącznie z nadzwyczaj drobnej krzemionki utworzone piaski i mułki, nie zawierające gliny, które są trudno przepuszczalne, wilgotne, a nawet mokre; dzięki swej wilgotności, przy odpowiedniem nawożeniu wydają często znośne plony pszenicy i owsa. Wiemy jednak z drugiej strony, że miał krzemionkowy nie tak często się przytrafia, stąd i gleby krzemionkowe, piasczyste, utworzone zwykle z grubych ziarnek, są zbyt przepuszczalne i suche.

Trzecią własnością, wywierającą wpływ na wilgotność gruntu, jest jego kapilarność czyli możność wznoszenia się wody z warstw głębszych do wyższych, w miarę, jak się tu ziemia staje suchszą. Heinrich podaje, że przy najpomyślniejszych warunkach podnoszenie się wody może być brane w rachubę najwyżej na 1 metr. Im grunt jest więcej drobnoziarnisty, tem powolniej lecz wyżej woda w nim się wznosi; w gruboziarnistym gruncie podnosi się szybko wprawdzie, ale do małej tylko wysokości, jak to

ma miejsce w piasku, który skutkiem tego jest mało kapilarnym, a stąd na niegłęboko leżącej warstwie wilgotnej może się znajdować gleba sucha. Własność ta wywiera przytem silny wpływ na warunki parowania wody z powierzchni ziemi; w gruncie piasczystym warstwa wierzchnia wysycha szybko, głębiej jednak traci wilgoć stosunkowo powolniej, aniżeli grunt o drobnych cząstkach. Jakkolwiek pojedyncze składniki gleby z niejednakową łatwością rozgrzewają się pod wpływem promieni słonecznych, okoliczność ta gra podrzędną tylko rolę w szybkości nagrzewania się gruntu, zależy to bowiem głównie od stopnia jego wilgotności. Woda z jednej strony ma wysokie ciepło gatunkowe, rozgrzewa się zatem powoli, z drugiej parując, zabiera tyle ciepła, że i to powstrzymuje rozgrzanie się ziemi, to też grunt piasczysty zwykle na powierzchni suchy, rozgrzewa się bardzo szybko.

Gruntowi piasczystemu, jak mówią, brak spoistości; swoją drogą jednak, z wyjątkiem piasków lotnych, gleby piasczyste posiadają dostateczną spójność dla roślinności, a spotykamy nieraz ziemie bardzo urodzajne, próchniczne, które przy dobrej uprawie nie posiadają większej spoistości od tamtych. Znamy ziemie pszenne, dające się równie łatwo uprawiać, orać etc., jak piaski.

Gleba piasczysta jest przewiewną, powietrze i wszelkie gazy mają tu ruch swobodny, wobec dostatnich przestrzeni pomiędzy ziarnkami piasku. Utlenienie substancyi organicznej odbywa się bez przeszkody, jeżeli tylko nie brakuje wilgoci. Ruch gazów odbywa się swobodnie, skutkiem czego zimową porą, gdy gruba warstwa zlodowaciałego śniegu pokryje żyto, na gruntach piasczystych z warstw głębszych dostaje się trochę tlenu do korzeni roślin, umożliwiając im oddychanie, gdy tymczasem w tych samych warunkach na gruncie drobnoziarnistym żyto zostaje zaduszone wskutek braku tlenu. Stąd widzimy, że w jednakowych warunkach klimatycznych żyto może zupełnie przepaść na gruncie drobnoziarnistym lub gliniastym, utrzyma się jednak na piaskach.

Wreszcie gruntowi piasczystemu brak zdolności przytrzymywania związków rozpuszczalnych; nie posiada on siły absorbcyjnej, a stąd składniki pożywienia roślinnego rozpuszczalne w wodzie mogą wraz z nią przesiąknąć w głębsze podłoże i być straconymi.

W rezultacie piasek, czyli z niego utworzony grunt piasczysty posiada tę główną wadę, że mu brak wilgoci; tej jedynie wady nie jesteśmy w stanie usunąć zwykłymi środkami, inne zaś niedostatki można w znacznej mierze poprawić.

ROZDZIAŁ II.

Glina.

Pomimo, że glina nie jest składnikiem pożywienia roślinnego, tworzy jednak najważniejszą część roli, a bez małej chociażby jej ilości byłoby trudno wyobrazić sobie glebę, posiadającą użyteczność rolniczą. Glina w stanie czystym, jest to krzemian glinu, zawierający wodę. Jest ona ostatecznym produktem, pozostającym przy rozwietrzeniu krzemianów (tych, które glin zawierają). Woda zawierająca kwas węglowy, która, jak nam wiadomo, bierze najważniejszy udział przy rozkładzie minerałów, nie rozpuszcza, ani nie rozkłada w dalszym ciągu gliny. Piasek pozostaje zwykle w pobliżu miejsca swego utworzenia się, glina jednak, z powodu małych rozmiarów swych cząstek zostaje najczęściej przeniesioną dalej.

Związki obecne w krzemianach towarzyszą zwykle nowopowstałej glinie, stąd ta ostatnia w naturze nigdy prawie nie bywa czystą. Stałym jej dodatkiem są najprzód związki żelaza, udzielające jej charakterystycznej barwy, stosownie do stopnia utlenienia, w jakim się znajdują. Oprócz tego związki potasu znajdujemy jako stały dodatek, wynoszący nieraz parę procentów, nawet w glinach stosunkowo bardzo czystych. Okoliczność to bardzo ważna dla rolników, można bowiem zawsze prawie wnioskować, że grunt obfitujący w glinę będzie zawierał dostatek potasu; niemniej jednak znane są przykłady istnienia glin bezpotasowych. Krzemionka, wydzielająca się przy

tworzeniu się gliny, niekrystaliczna i w pewnej mierze rozpuszczalna, także często towarzyszy glinom; niekiedy tworzy w niej gniazda słodkowodnych, porowatych kwarców, używanych jako kamienie młyńskie; przykład tego mamy w Beocyi, w Brie, w glinie zwanej *argile à silex.* Wreszcie glina zawiera piasek, miał, o ile nie została z tych dodatków przez wodę wyszlamowaną, t. j. mechanicznie oczyszczoną; czysta, jako kaolin, znajduje się rzadko w naturze.

Glina posiada szczególne własności fizyczne i chemiczne, dla rolnika najważniejsze z nich są: jej plastyczność i siła absorbowania.

Glina rozrobiona z małą ilością wody jest bardzo plastyczną, można ją ulepić w cienkie płatki; za dodaniem większej ilości wody plastyczność tę traci, aż wreszcie w dużej ilości wody daje się zupełnie rozrobić. Jeżeli naodwrót, wody będzie ubywać, wówczas glina odzyskuje swoją plastyczność, a po wyschnięciu zupełnie twardnieje przyczem pęka, woda bowiem wsiąka nietylko w przestrzenie pomiędzy cząstkami, ale i w same cząsteczki gliny. Własność gliny zlepiania zarówno swych własnych cząstek, jak i innych, n. p. piasku, sprawia, że udziela ona spójności glebom, które je zawierają. Schlösing upatruje w glinie pewną jej część kleistą (colloidale), wynoszącą zaledwie parę procentów całej ilości; tej to swej cząstce tylko zawdzięcza glina własność plastyczności.

Drugą ważną własnością gliny jest łączenie się jej ze związkami mineralnymi, rozpuszczonymi w wodzie, n. p. łączy się z węglanem potasu lub amoniaku, siarkanów zaś nie absorbuje. Widzimy stąd, że glina może przytrzymać czyli zaabsorbować najważniejsze składniki pożywienia roślinnego i to w tej formie, w jakiej się zwykle w ziemi znajdują. Glina posiada także własność absorbowania gazów.

Gleba zawiera glinę w swym miale; jej to ten ostatni zawdzięcza własności gliniaste, skąd w potocznej mowie bywa nazywany gliną. Chcąc oznaczyć rzeczywistą

ilość gliny w glebie, należy przedewszystkiem przy pomocy analizy mechanicznej oddzielić miał aż do ziarnek o średnicy 0,05 milim., w tym bowiem miale zawartą jest glina; następnie, zapomocą chemicznych odczynników (gorącego kwasu siarkowego), wydobyć z miału tlenek glinu i stąd obrachować ilość wodnego krzemianu glinu. Im więcej jest miału w glebie, tem więcej gliny może ona zawierać; w różnych jednak gatunkach gruntu miał zawiera różne ilości procentowe gliny. Miał glin pochodzenia lodowcowego zawiera 35—45% gliny, w miale lössu zaś jest jej znacznie mniej. Wiemy z poprzedniego działu tej pracy, że dla dokładnej znajomości roli, grunt ją tworzący powinien być zbadany do głębokości dwóch metrów. Dotyczy to zwłaszcza składu fizycznego ziemi, t. j. stosunku piasku, resp. gliny.

Wiemy, że powierzchowna warstwa ziemi, chociażby nawet pierwotnie jednostajnego składu, z biegiem czasu, pod działaniem czynników wietrzenia, rozdzieloną została na kilka warstw, znacznie się od siebie różniących. W gruntach gliniastych, przy samej powierzchni znajdujemy warstwę, zawierającą najwięcej piasku, w głąb ilość miału resp. gliny zwiększa się, a od pewnej granicy pozostaje nadal stałą (w marglu). Poniższe profile gruntu najlepiej to wyjaśniają:

					zawierają piasku	zawierają miału
Profil I	3	dem.	piasczysto-gliniasta	(gleba)	87,3%	12,7%
	3	«	« «	(podglebie)	88,3 «	11,4 «
	3	«	gliny		73,4 «	25,9 «
	10	«	margiel	(podłoże)	75,8 «	24,2 «

					zawierają piasku	zawierają miału
Profil II	8	dem.	piasczysto-gliniaste		88.5%	11,5%
	3	«	gliny		67,1 «	32,9 «
	9	«	marglu	(podłoże)	65,2 «	34,6 «

			zawierają piasku	miału
Profil III	2 dem. piasczysto-gliniasta	(gleba)	80,7 %	19,2 %
	3 « gliny	(podglebie)	72,4 «	27,5 «
	10 « marglu	(podłoże)	68,7 «	31,5 «

W gruntach piasczystych rozmieszczenie miału, a więc i gliny jest inne; tu bowiem naodwrót, ilość miału resp. gliny jest największą przy samej powierzchni ziemi, czyli w warstwie gleby; w podglebiu i podłożu grunt staje się więcej piasczysty. Przyczyną tego jest okoliczność, że tego rodzaju nawskróś piasczysty grunt zawiera często pewien dodatek krzemianów; te z nich, które się znajdują najbliżej powierzchni ziemi, rozwietrzały pod działaniem czynników zewnętrznych, dostarczając tym sposobem pewnej, chociażby nieznacznej ilości miału. Im więcej piasek zawierał krzemianów, jak to ma miejsce w piaskach lodowcowych, tem większa ilość gliny mogła powstać tą drogą, tworząc na gruncie piasczystym powierzchnię dostatecznie glinkowatą, umożliwiającą uprawę pewnych roślin gospodarskich. Podane poniżej profile objaśniają dokładniej warunki rozmieszczenia miału, a więc i gliny w gruntach piasczystych.

		zawierają piasku	miału
Profil I	2 dem. (gleba)	86,1 %	13,6 %
	3 « (podglebie)	93,9 «	5,9 «
	15 « (podłoże)	98,5 «	1,5 «

		zawierają piasku	miału
Profil II	3 dem. (gleba) , ...	91,7 %	8,1 %
	2 « (podglebie)	96,6 «	3,3 «
	12 « (podłoże)	99,0 «	0,8 «

Nasze grunty gliniaste i glinkowate są przeważnie utworzone ze zwałowych glin pochodzenia lodowcowego i o nich pisaliśmy w części pierwszej naszej pracy.

Wpływ gliny. W naturze niema gruntu, któryby był utworzony z piasku i czystej gliny: znajdujemy tu raczej miał czyli drobne cząstki mineralne, a w nich pewną ilość prawdziwej, to jest czystej gliny, stąd pisząc o wpływie gliny, rozumiemy działanie miału gliniastego, a przy wielu własnościach gleby działanie miału, bez względu na jego skład, jest równoważne z wpływem gliny. Od tej ostatniej wyłącznie zależy spójność gleby i jej siła absorbcyjna; przepuszczalność gruntu, siła napawania się wodą, kapilarność, przewiewność, zależą jedynie od ilości miału, bez względu na ilość znajdującej się w nim gliny. W stosunku do wody wszakże glina różni się do pewnego stopnia od innego mialu mineralnego, woda bowiem wsiąka w cząstki gliny, które przytem nabrzmiewają, przy wysychaniu zaś objętość swą zmniejszają. Z tego powodu grunty zawierające w swym miale duży procent gliny, przy wysychaniu na powierzchni pękają i, pokrywając się licznemi szczelinami i rysami, nie tworzą jednostajnej i nieprzenikliwej skorupy dla powietrza; grunty zaś z miałem ubogim w glinę, są najwięcej skłonne do zaskorupienia, jak mamy tego przykład na bielicach mułkowatych, które podług wyrażenia praktyków, są bez porównania łatwiej zlewne, aniżeli gliny.

Im więcej gleba zawiera miału, czy gliny, tem jest trudniej przepuszczalną i tem większą posiada siłę napawania się wodą, która dochodzi do 80%; kapilarność jest większą, przez co woda wznosi się z warstw głębszych do powierzchni ziemi, z której paruje, a skutkiem tego w czasie długiej suszy grunt taki głębiej wysycha. Przewiewność jest zmniejszoną, a przy ułatwionej wilgotności tych gruntów, rozgrzewanie się ich jest powolniejsze. Spójność gruntu zależy od ilości gliny, lecz przedewszystkiem także od stopnia jej wilgotności. Grunty gliniaste tylko przy pewnym stopniu wilgoci dają się uprawiać; gdy wyschną żadnym pługiem ruszyć ich nie można. Wreszcie glina wraz z towarzyszącemi jej stale połączeniami krzemionki z zasadami (będącemi w pewnym stopniu zwietrze-

nia i zawierającemi wodę) obdarza grunt własnością absorbowania; w rezultacie zatem przez stosowne pomieszanie piasku i gliny, możemy utworzyć glebę posiadającą główne warunki, jako dogodne siedlisko dla roślin. Mimo to gleba taka byłaby martwą, jałową, gdyby nie udział dwóch pozostałych składników, t. j. próchnicy i wapna; one dopiero pobudzają życie w glebie, powodując głównie reakcye chemiczne, które muszą się w niej odbywać, aby rośliny mogły korzystać z zasobów pożywienia roli.

Niejeden z czytelników może zarzucić, że opisując własności gleby, traktujemy przedmiot ten zbyt ogólnie, nie podając danych liczebnych na poparcie wypowiedzianych zdań; czynimy to z powodu, że wszystkie liczby, podawane jako wynik doświadczeń laboratoryjnych, cierpią na dwa niedostatki. Najprzód w laboratoryach niepodobna naśladować tych warunków naturalnych, jakie grunt przedstawia w praktyce; nawet dotychczasowe metody robienia tych doświadczeń wprost w polu, nie dają zadawalniających rezultatów. Następnie, nawet po poznaniu pojedynczych własności gruntu niepodobna oznaczyć jego właściwości. Gdybyśmy n. p. dokładnie znali wszystkie własności pewnego gruntu w stosunku do wody, nie bylibyśmy w stanie pomimo to odpowiedzieć, ile ten grunt będzie posiadał wilgoci w danych warunkach. Dotyczy to wszystkich właściwości ziemi, a cyfry laboratoryjne, zacząwszy od podanych przez Schüblera, kończąc zaś na najnowszych, ogłaszanych w «Forschungen» Wollny'ego, jak dotąd przynajmniej, nie nabrały istotnego znaczenia dla praktyki. Stwierdzają one fakty, dawno przez rolników zauważone, albo służyć mogą dopiero za wzory dla mających się następnie odbyć w praktyce doświadczeń, które dla rolników za zasadnicze uważać należy.

Wobec niemożliwości dojścia do poznania, a tembardziej do określenia stopnia właściwości gruntu przez najściślejsze chociażby wystudyowanie jego własności, pozostaje nam badanie tych właściwości samych przez się, jak to następujący ustęp bliżej objaśni.

Spójność gleby jest pierwszą charakterystyczną własnością; od niej też głównie zależy właściwość roli, zwana opornością mechaniczną, która określa łatwość lub trudność uprawy mechanicznej i wyraża się zapomocą przymiotników takich, jak: ziemia lekka, ciężka etc. Ileż to razy zastanawiamy się nad tem, jaki może być stosunek potrzebnego sprzężaju do uprawy jednej i drugiej kategoryi gruntu, naturalnie tym samym pługiem i w tych samych warunkach. Jeżeli n. p. na średniej ziemi [1]) pług Sacka, orząc na 20 cm. głęboko, przedstawia opór 240 kg., czyli na konia 60 kg., ile siły potrzeba w tych samych okolicznościach do takiej samej uprawy pszennej ziemi gliniastej w okolicy Kutna, czarnoziemnego lössu w Proszowskiem, zwykłej glinki lössowej w Lubelskiem, rędziny lub czarnoziemu podolskiego? Niejeden z rolników tłómaczy, że musi trzymać mocne woły, a koni do orki używać nie może, gleba jego bowiem przedstawia za wielki opór. Jak to sprawdzić? Do jakiego stanu wysuszenia musi dojść dany grunt, aby uprawa stała się niemożliwą? Przypuśćmy, że nawieźliśmy ziemię próchnicą lub wapnem i spodziewamy się, że skutkiem tego spójność ziemi się zmniejszyła. O ile zatem zmniejszył się opór pługa? Na te i tym podobne, a dla praktyki bardzo ważne pytania, nie mamy żadnej odpowiedzi. Rozwiązanie ich jednak jest możliwem, tylko nie robiono dotąd badań w tym kierunku. Posiadamy dzisiaj doskonałe pługi jednostajnej budowy, przypuśćmy pługi Sacka; takim pługiem mogą być robione próby na typowych ziemiach oznaczonego składu fizykalnego, stopnia wilgotności i w równych zresztą innych warunkach. Przeciętna z wielekroć powtórzonych prób dynamometrycznych, może dać dokładny i porównawczy obraz czynności ziemi. Zarzuci ktoś, że to nie będą doświadczenia naukowo ścisłe; pomijając bowiem inne okoliczności, na oporność mechaniczną ziemi składają się przedewszystkiem trzy jej własności: spójność, przyle-

---

[1]) W majątku autora. *(Przyp. wyd.)*.

ganie ziemi do narzędzi i tarcie o nie. Zapewne, lecz jeżeli, badając każdą z tych trzech własności z osobna, nie możemy teoretycznie wyrachować ostatecznego wyniku, lepiej bodaj zrobimy, mierząc wprost ten wynik. Byłoby zupełnie tak samo, gdybyśmy, potrzebując znać siłę maszyny parowej, nie chcieli mierzyć jej siły zapomocą dynamometru, ponieważ to nie jest dostatecznie uzasadnionem, nie odkrywa przyczyn etc.; a tymczasem, jak wiadomo, nie byliśmy w stanie wyrachować tej siły teoretycznie, biorąc pod uwagę pojedyncze przyczyny, jak prężność pary, jej ekspansyę, wymiary maszyny, tarcie etc. Zresztą opór narzędzi sam się ujawnia: gdzie pary koni za mało do pługa, zaprzęgamy więcej.

Trudniej jeszcze określić drugą właściwość gruntu, mianowicie wilgotność, a z jej przyczyny nawet wytrawny rolnik bezwiednie na straty może być narażonym. Nie posiadamy dotąd żadnej, chociażby najgrubszej, miary porównawczej wilgotności gruntów różnej natury lub w różnych klimatycznych warunkach. W tym samym majątku widzimy ziemie często różniące się bardzo pod tym względem; w Anglii, Francyi, Niemczech, u nas, dalej na Podolu, ten sam grunt będzie miał inną wartość z przyczyny wilgotności odmiennej, spowodowanej różnicą klimatu. O stopniu wilgotności ziemi wnioskujemy z zachowania się na niej roślin dzikich, a częściej gospodarskich, gdy tymczasem powinno być odwrotnie. Opierając się na znajomości stopnia wilgotności, powinniśmy uważać za możliwą na pewnym gruncie uprawę n. p. pszenicy, koniczyny czerwonej i t. p. na innym zaś nie. Niedostatku wilgoci nie można rozpoznać po zewnętrznym wyglądzie roślin, plon ich jednak zmniejsza się przez to, a często niewiadomo, czy przypisać to naturze niedostatecznie wilgotnego gruntu, czy wpływowi suszy, czy brakowi zasobności roli, czy też innym wpływom. Wartość gruntu zależy przedewszystkiem od jego wilgotności; piasek wilgotny jest więcej wart, aniżeli sucha glina. W Belgii i Holandyi wilgotne piaski rodzą dobrze pszenicę; prawda, że

doprowadziły do tego nawozy, lecz było to tylko możliwem przy odpowiedniej wilgoci, inaczej żadne środki nie skutkowałyby.

Wilgotność gruntu jest wynikiem wpływów atmosferycznych i natury danego gruntu, którą ujawniają pojedyncze jego własności, jako to: przepuszczalność, kapilarność, siła napawania się wodą i t. d. Prócz tego oddziaływa uwarstwowanie i położenie. Jak to już widzieliśmy, wyniki badań laboratoryjnych, dotyczących tych pojedynczych własności gruntu, nie posiadają dla praktyki tak doniosłego znaczenia, jakie się im zwykle przypisuje. — Hellriegel pisze (1883 r.): «Znam wielu doskonałych rolników, którzy przenieśli się na grunty piasczyste, ufając swemu doświadczeniu, nabytemu na dobrych ziemiach i znacznemu kapitałowi, którym dysponowali. Znęciła ich tu nizka cena ziemi. Niebawem jednak doznali gorzkiego rozczarowania, braku wilgoci bowiem żadne nawozy nie zastąpią. O tej prostej prawdzie rolnicy owi zapomnieli». Do tych słów cytowanego autora dodam, że jako rolnicy, znający wpływ deszczów na urodzaje, zapomnieć o tem nie mogli; ale chociażby nawet czytali Hellriegela i inne prace, nie na wieleby się to im przydało, nie mamy bowiem w praktyce żadnej miary na to, kiedy się zaczyna brak wilgoci. Gospodarowałem na ziemi, tworzącej niejako przejście z gruntów glinkowatych do piasczystych, siałem dwa razy więcej pszenicy, aniżeli żyta, gdyż nawozu mam dostatek, ziemię w dawnej kulturze, a żyto, na tutejszej drobnoziarnistej ziemi, często zimową porą niszczeje. Przyglądałem się tej ziemi lat piętnaście, a pomimo to, gdyby kto zapytał, czy jestem rzeczywiście pewny, że nie posunąłem się z uprawą pszenicy na pola z wątpliwym zasobem wilgoci, nie mógłbym dać na to stanowczej odpowiedzi. Zresztą, niech kto poda sposób do rozwiązania tej wątpliwości. Dla użytku praktyki trzeba wreszcie dojść do jakiejś skali porównawczej dla wilgotności gruntu, do jakichś wskazówek w tym względzie. Potrzebę tego coraz więcej rozumiemy i odczuwamy. Może najwłaściwiej bę-

dzie obrać tu najprostszą i najnaturalniejszą drogę: mierzyć wprost wilgotność gruntu o ile można najściślej, uwzględniając wszelkie na nią wpływające okoliczności zewnętrzne. Badania takie, powtórzone znaczną ilość razy, musiałyby w końcu doprowadzić do rezultatu cyfrowego, posiadającego istotną wartość praktyczną.

Wilgotność ziemi zależy przedewszystkiem od ilości opadu. Zależność ta musi się przejawiać na każdym gruncie, w różnym wprawdzie stopniu, zależnie od jego natury; mierzenie więc wilgoci w roli musi się odbywać współcześnie z mierzeniem opadu. Gdybyśmy brali codziennie próbkę ziemi, oznaczali jej wilgotność, a przytem mierzyli ilość opadu, doszlibyśmy, przypuśćmy, do takiego wyniku: na gruncie określonej natury i w pewnych warunkach, w peryodzie od 1 do 10 maja, przy opadzie 18 mm. deszczu, ziemia zawierała przeciętnie 22% wody; od 10 do 20 maja opad 30 mm., wody 28%; od 20 do 30 maja opad 25 mm., wody 24% i t. d. Mielibyśmy zatem w peryodach 10-dniowych przeciętną wilgotność danego gruntu, przy znanej ilości opadu. Gdybyśmy to doświadczenie robili jednocześnie i na gruncie odmiennej natury, ale w niewielkiej odległości od pierwszego, gdzie temperatura, wiatr etc. są te same, otrzymalibyśmy, dajmy na to, cyfry 14%, 18%, 16%, odpowiadające powyższym peryodom, a dlatego różne od tamtych, że to drugie pole posiada glebę suchszą. Tą drogą wielokrotnie powtórzonych doświadczeń, moglibyśmy dojść do cyfr porównawczych stopnia wilgotności danego gruntu, zależnie od ilości opadu i następnie do porównania stopnia wilgotności dwóch gruntów niejednakowej natury, ale będących w tych samych warunkach klimatycznych, przypuszczając naturalnie jednakową uprawę.

Woda spadająca z deszczem wsiąka w ziemię i zostaje wchłoniętą przez korzenie wraz z rozpuszczonymi tu składnikami pożywienia. W dalszym ciągu przechodzi przez całą roślinę, paruje przez jej liście, pozostawiając w niej zawarte w sobie pożywienie. Opadając znowu jako

deszcz, ponownie przechodzi przez roślinę, dostarczając za każdym razem pewnej ilości substancyi mineralnej. Roślina potrzebowałaby bardzo mało wody dla organizmu, ta jednak ilość, która musi przez nią przepłynąć dla przeniesienia pożywienia mineralnego, jest bardzo znaczną.

Dla osadzenia w roślinie jednego funta popiołu (cząstek mineralnych), przepływa przez nią 3000 funtów wody (pszenica), a więc dla wytworzenia 1 funta substancyi organicznej (suchej) około 300 funtów wody. Wprawdzie stosunek ten jest, nawet dla samej rośliny, w pewnych granicach zmienny. Przy obfitości wody w gruncie zostaje ona zużywaną nadmiernie, z drugiej zaś strony, im związki mineralne gruntu są łatwiej rozpuszczalne, tem więcej ich ta sama ilość wody zabiera i osadza, a skutkiem tego w gruncie żyznym potrzeba jej mniej dla wytworzenia tej samej ilości substancyi roślinnej. Roślina zatem powinna dla swego wzrostu znajdować w gruncie pewien zapas wody, któryby pokrywał jej potrzeby odpowiednio do szybkości przyrostu, określonego ostatecznie przez ciepło i światło, czynniki w pierwszym rzędzie tu działające. Lecz nietylko sam bezwzględny zapas wilgoci stanowi miarę dostatku wody w gruncie; woda ta powinna się tu znajdować w takich warunkach, aby roślina mogła z niej korzystać; grunt bowiem jeszcze wilgotny może być za suchy dla pewnej rośliny. Woda zawarta w gruncie jest przezeń przytrzymywana z pewną siłą, zwaną siłą napawania się wodą; inaczej przesiąkłaby do podłoża. Chcąc z tej wody korzystać, musi roślina siłę tę przezwyciężyć, niejako odebrać ziemi ową wodę. Nie całą ilość wody przytrzymuje ziemia z jednakową siłą; jeżeli n. p. jest w niej 30% wody (przy 60% napawania się), to z nich pierwsze 10%, rozmieszczone w najdrobniejszych przestrzeniach gruntu, trzymane są tak mocno, że z nich roślina korzystać nie może; następne 10% ustępuje ziemia łatwiej, zawsze jednak z niejakim oporem; pozostałe zaś 10% mogą być bez wysiłku przez

roślinę zużytkowane. Otóż rozmaite rośliny nie posiadają jednakowej zdolności zabierania wody z ziemi; z powyżej wspomnianych drugich 10% wody, jedne z nich mogą korzystać łatwo, dla innych stanowi to trudniejsze zadanie; musi w nich powstać znaczna zmiana, wywołana brakiem wody, aby były w stanie przezwyciężyć ten opór ziemi, a zmiana owa powstrzymuje ich wzrost. Nawet organy roślin, nieprzeznaczone do pobierania wody, wciągają ją w razie silnego braku takowej. Spotykamy w naturze rośliny, żyjące w tak suchym gruncie, że inneby w nim obumarły. Lecz i rośliny gospodarskie zdają się bardzo od siebie różnić pod względem wymagań co do wilgotności gruntu. Najszlachetniejsza nasza roślina, pszenica, przedewszystkiem stawia dla swego wzrostu pewne warunki pod tym względem: potrzebuje ona nietylko łatwo przyswajalnego pożywienia, t. j. żyznej ziemi, ale wymaga również w gruncie wody, dającej się łatwo zużytkować, czyli, jak ją tu nazwiemy, łatwo przyswajalnej. — We wszystkich podręcznikach, traktujących o uprawie pszenicy, czytamy ogólnie tylko wyrażone zdanie, że dla jej uprawy potrzebną jest ziemia dostatnio wilgotna, o czem zresztą wiemy z praktyki. W starej książce, wydanej przed 40 laty, p. t.: «Cours d'agriculture», autor Gasparin, podaje, że dla swobodnego wzrostu pszenicy, ziemia powinna zawierać 23% wilgoci podczas kloszenia się, zaś 10% podczas dojrzewania. Risler w swej »Uprawie pszenicy» powtarza to zdanie; Heinrich pisze, że dla pomyślnego wzrostu pszenicy, grunt powinien zawierać w litrze ziemi 231 grm. wody, czyli 18% (na wagę); dalej, że dla innych roślin gospodarskich jest to obojętne, chodzi tylko o cały zapas wody, którym one mogą dysponować; wnioskuje on to ze stanu ziemi, przy którym rośliny więdną. Tak jednak nie jest. Hellriegel wykazał, że więdnięcie roślin nie może być brane za miarę wilgoci, a praktyka wskazuje, że kartofle i owies bardzo się różnią co do zdolności użytkowania z wilgoci gruntu. Tenże autor wykazał dokładnie i jasno na zasadzie do-

świadczeń laboratoryjnych (z roślinami hodowanemi w naczyniach z piaskiem), że wysokość plonu zależy przedewszystkiem od stopnia wilgotności ziemi. Książka, w której zebrał zarówno powyższe, jak i inne doświadczenia, nosi tytuł; «Naturwissenschaftliche Grundlagen des Ackerbaues» (Przyrodnicze podstawy umiejętności rolniczej); powinien był jednak właściwie zatytułować: *Vorbilder zur Erreichung der etc.* (Wzory dla pozyskania i t. d.); w jaki sposób bowiem dopasować jego doświadczenia laboratoryjne do naturalnych warunków gruntu?

Wobec tego dla praktyki przedstawia się zadanie wielkiej doniosłości: oznaczyć dla danego gruntu (lössu, gliny zwałowej, rędziny etc.) potrzebną ilość procentową wilgoci, aby pszenica, event. inne zboża mogły swobodnie rosnąć w pewnym okresie wegetacyjnym. Do ilu procentów wilgotność danego gruntu musi się obniżyć, aby to wstrzymało wzrost rośliny, a stąd, aby się i wysokość plonu zmniejszała? Zadanie to można rozwiązać zapomocą licznych prób, pomimo że na gruntach różnej natury, a może i w odmiennych warunkach klimatycznych cyfry mogą wypaść inne. Na polach doświadczalnych możemy sztucznie obniżać wilgotność gruntu, zasłaniając go od opadu, nie zmieniając nawet przytem innych warunków, jako to: ciepła, światła i t. p. Mierząc zaś przeciętną wilgotność gruntu i wysokość plonów, można dojść do cyfr, wyjaśniających wzajemną ich zależność. Z pola doświadczalnego można się posunąć na pole rolnika. Przypuśćmy, iż doszlibyśmy tym sposobem do rezultatu: że n. p. na glince lössowej danego składu, w okolicy Krakowa, obniżenie na dłuższy czas (dajmy na to na 10 dni) wilgotności poza 17%, w peryodzie wegetacyjnym od kłoszenia się do wyrośnięcia, zmniejsza w pewnej mierze plon pszenicy; że na glinach zwałowych okolic Kutna ma to miejsce już przy 21% wilgoci, a na czarnoziemiach podolskich przy 20%. Cyfry podobne udałoby się może uzyskać i dla innych zbóż. Rolnicy Podola skarżą się coraz częściej, że ich ziemia, tak bogata, cierpi na brak wilgoci;

są wprawdzie głosy, które temu stanowczo przeczą, upatrując przyczynę niedostatku plonów w złej uprawie lub niedostatecznem nawożeniu [1]). W czarnoziemnych guberniach Cesarstwa susza ma również często bardzo dokuczać, nie mamy jednak dotąd żadnego punktu oparcia dla rozwiązania powyższych wątpliwości. Posiadając wskazówki w tym względzie, niejeden rolnik wyjaśniłby sobie pytanie: czy grunt jego przy przeciętnym opadzie atmosferycznym posiadałby dostatek wilgoci dla uprawy pszenicy i nie byłby zmuszony dochodzić do tego przekonania jedynie drogą niepowodzeń i znacznych strat. Jeżeli dodatek jakiego nawozu, n. p. fosforowego, nie oddziaływa na pewnej ziemi na podniesienie plonu, wnioskujemy stąd, że zawiera go ona dostatek i naodwrót, ujmując ziemi pewnego składnika, gdyby to było możliwem, ze zmniejszonego plonu moglibyśmy również wnioski wyprowadzić. Zupełnie tak samo możemy mierzyć wpływ wilgotności na wysokość plonu, trzymając się na początek doświadczenia, które dotąd jeszcze pozostaje główną drogą dla uzyskania wskazówek dla praktyki. Wobec nadmiaru wilgoci w gruncie, tak samo jak i przy jej braku, oryentować się musimy ogólnemi i bezpodstawnemi tylko wskazówkami. Jeżeli grunt jest przepełniony wodą, a tembardziej, jeżeli ona występuje na powierzchnię (tak, jak to niektórzy autorzy malowniczo opisują, mówiąc, że się w polu lęgną dzikie kaczki), wówczas pomyłka co do jej nadmiaru jest trudną; poza tem jednak w praktyce widzimy cały szereg przejść różnego stopnia nadmiaru wilgoci. Przy ilu procentach wody w gruncie danej natury i w pewnej porze roku nadmiar ten przestaje być szkodliwym — nie wiemy; trzebaby najprzód wiedzieć, że grunt jest za mokry, a dopiero potem szukać przyczyn. Na czem jednak oprzeć wniosek, że dany grunt jest nieurodzajnym przedewszystkiem wskutek nadmiaru wilgoci? Możnaby część pola osuszyć i wpływ tej melioracyi po-

---

[1]) P. J. Wolski «Gazeta rolnicza» 1890.

równać, ale osuszenie działa często prawdziwie skutecznie dopiero po kilku latach (jeżeli nie woda gruntowa, lecz zwięzłość samej roli jest tego przyczyną). Pewną miarę w tym względzie moglibyśmy uzyskać, oznaczając procentową wilgotność mokrych gruntów określonej natury, następnie osuszonych. Niejednemu z rolników zdaje się tylko, że grunt jego jest za mokry; widzieliśmy już nieraz takie mokre pozornie, nierodne pola, na których drenowanie żadnego skutku nie wywarło, po wywapnowaniu zaś ich i pobudzeniu czynności ziemi, rodząca się w następstwie tego pszenica zniszczyła dawniejsze chwasty i perze (przypisywane wilgoci), zużyła wilgotność ziemi na swoją korzyść i grunt nadal nie okazywał cech nadmiaru wilgoci. Próbowałem wyrazić potrzebę osuszenia gruntu zależnością od jej składu; i tak, ziemia zawierająca w grubej warstwie 30% miału nie potrzebowałaby osuszenia (we Francyi); Risler zarzuca drenowaniu we Francyi, że stosowano je zanadto ogólnie, często bez potrzeby; wzory brane z Anglii, wobec odmiennego klimatu, nie powinny były służyć tu za podstawę. Łatwo zatem omylić się co do potrzeby osuszania gruntu, a dla nas omyłka taka tem więcej jest niebezpieczną, że u nas o kapitał trudno. Nieraz nawozimy marglem grunty piasczyste, podobnie używamy próchnicy, torfu, w znacznej nieraz ilości, bo po paręset fur na mórg; oprócz chemicznego działania tych nawozów, spodziewamy się podniesienia wilgotności ziemi piasczystej. Czy atoli ktokolwiek przekonał się, ile procentów wilgoci przybyło gruntowi wskutek tych melioracyi? Okoliczność ta jednak dużo zaważyć powinna przy ocenianiu skuteczności i wartości stosowanych środków. Jeżeli nie można oznaczyć różnicy wilgotności zapomocą wagi, to i rośliny mało z niej mogą mieć pożytku, a stąd i melioracya w tym celu przedsięwzięta jest bez znaczenia. Używamy wapna pod zboża, widzimy wyraźny tego skutek, wiemy napewno, że działa ono silnie, rozkładając składniki pożywienia i czyniąc je łatwiej rozpuszczalnymi; wprost śmiesznem jest jednak utrzymywanie, że ilości

u nas zwykle używane, n. p. 35 korcy na mórg, mogą oddziaływać fizycznie, «susząc ziemię», jak mówią. Na to trzebaby dodać kilka procentów wapna, a my w powyższej ilości dajemy zaledwie $^1/_{10}$ procentu. Suszy ono ziemię, ale pośrednio tylko, wywołując bujniejszą roślinność. Faktem jest, że w czasie suszy, rośliny dłużej się opierają jej złym wpływom na gruntach wywapnowanych, choć bezwapiennych z natury, aniżeli na niewapnowanych. Otóż można postawić pytanie, czy wapno zmniejsza trochę wilgoć, czyniąc składniki pożywienia łatwiej rozpuszczalnymi, czy też, odkwaszając podłoże, umożliwia wnikanie tam korzeniom, dając tym sposobem roślinom możność użytkowania z wilgoci, zawartej w głębszej warstwie ziemi? I jedno i drugie przypuszczenie jest możliwe, prawdopodobnie jednak więcej oddziaływa pierwsza przyczyna. Bardzo być może, że dałoby się to rozstrzygnąć mierzeniem wilgotności gruntu, porośniętego zbożem, na miejscach wywapnowanych i niewapnowanych. Gdyby użycie wapna zmniejszało ilość potrzebnej wody dla wydania tej samej ilości substancyi roślinnej, wówczas, przy stosowaniu takowego, uprawa pszenicy stałaby się możliwą i na takich gruntach, których stopień wilgotności jest o parę procentów niższy od wymaganego przez tę roślinę. Skuteczność wapna byłaby wówczas usprawiedliwioną na żyznych, lecz za suchych czarnoziemiach.

Tej ważnej właściwości gruntu, t. j. wilgotności jego, dotyczą całe szeregi pytań najdonioślejszego praktycznego znaczenia; na nieszczęście jednak praktyka nie posiada dotąd odpowiedniej miary, naukowe zaś badania, polegające na rozpoznawaniu pojedynczych czynników, t. j. własności, nie doprowadzają, jak dotąd, do miarodajnego oznaczenia pojedynczych właściwości gruntu, co zresztą bliżej jeszcze poznamy, omawiając inne właściwości roli.

ROZDZIAŁ III.

Wapno [1]).

Trzecim niezbędnym składnikiem mineralnym gleby jest wapno, czyli, wyrażając się ściślej, węglan wapniowy; pod tą tylko postacią bowiem czyni ono zadosyć potrzebom gleby. Wapno może się znajdować w gruncie i w formie innych związków, n. p. w postaci siarkanu czyli gipsu, co się jednak rzadko zdarza, następnie w połączeniu z krzemionką w każdym prawie gruncie, w małej wprawdzie ilości, do 0,05%, wreszcie związane z kwasami humusowymi, jak to widzimy w znacznej ilości w czarnoziemiach. Przy wietrzeniu krzemianów w glebie tworzą się drobne ilości węglanu wapniowego, większe już przy rozkładzie jego związków organicznych, wszystkie te związki jednak (siarkany, krzemiany, humiany) nie są w możności zastąpić w glebie węglanu wapniowego, a błądzi ten, kto udzielając gruntowi gipsu, wapna w połączeniach fosforowych i t. p., sądzi, że zadosyć uczynił potrzebie gleby w tym kierunku. Wapno palone, gaszone, zwykle używane, w roli zamienia się niebawem na węglan i działa jako taki. Mówiąc więc o wapnie, jako o składniku gleby, powinniśmy mieć na myśli wyłącznie połączenie jego z kwasem węglowym.

Wapno, podobnie jak piasek i glina, pochodzi pierwotnie ze skał krystalicznych i wybuchowych, przy wie-

---

[1]) Porów. Tom II. «Wpływ wapna na rolę».

trzeniu i rozkładzie których uwolnione z krzemianów i zamienione na węglan, przechodzi dalsze koleje. Węglan wapniowy jest trudno rozpuszczalny w wodzie, jeżeli ta jednak zawiera kwas węglowy, ulega temu bezporównania łatwiej, jako powstały w tych warunkach dwuwęglan. Rozpuszczalność wapna w tej formie związku przyczynia się do jego wielkiej ruchliwości w naturze; każda prawie woda, morska, rzeczna, czy też źródlana, zawiera pewną jego ilość (w rozpuszczeniu). Przy pośrednictwie wody wapno może odbywać daleko większe drogi, aniżeli piasek i glina, które tylko przez działanie mechaniczne mogą być przeniesione z miejsca na miejsce. Wobec tej ruchliwości wapna, trudno znaleźć młodszą skałę osadową, któraby nie zawierała pewnej jego ilości. W formacyach dawniejszych wszakże napotykamy go mniej, a dopiero w epokach jurajskiej i kredowej, utworzyły się jego potężne osady skaliste, które po części poznaliśmy w dziale pierwszym tej pracy. Osady te, jak wiemy, zawdzięczają swe pochodzenie głównie udziałowi życia organicznego. Ostatniej okoliczności przypisywać należy zjawisko, że nagromadzenie się w naturze związków kwasu fosforowego towarzyszy osadom wapiennym; nie jest to jednak tak ogólne, aby każda skała, resp. ziemia wapienna, zawierała kwas fosforowy w obfitości, ale zdarza się to bardzo często.

Węglan wapniowy w postaci ziemistej jest biały i różni się tą barwą od innych składników ziemi; zwilżony, chociażby bardzo słabym kwasem, wydziela kwas węglowy w postaci baniek gazowych; jest to zwykła próba jego obecności. Z ilości wydzielonego kwasu węglowego można obrachować zawartość wapna w gruncie. Łatwość, z jaką wapno oddaje kwas węglowy i łączy się z innymi kwasami, jest głównym powodem jego konieczności w roli. Szkodliwe kwasy organiczne, jeżeli są w stanie rozpuszczalnym, łączą się z niem, tworząc związki zneutralizowane, nierozpuszczalne, co chroni je od utraty drogą przesiąkania w głębsze warstwy ziemi; połączenia

te posiadają własność szybkiego utleniania się i tym sposobem wapno przyspiesza rozkład próchnicy. Przy tym rozkładzie w dalszym ciągu powstający kwas azotowy znajduje w wapnie zasadę, z którą się łączy. Przy użyciu siarkanów lub połączeń nawozowych z innymi kwasami, wapno natychmiast pośredniczy w wymianie kwasów, zamienia te połączenia na węglany, skutkiem czego zostają one zaabsorbowane przez ziemię.

Wapno odznacza się pewnemi własnościami fizycznemi, odmiennemi od własności piasku i gliny, szczególniej w stosunku do wody. Ta ostatnia wsiąka w cząsteczki gliny, przyczem one nabrzmiewają, z nich zaś z trudnością wychodzi; cząsteczki wówczas się kurczą, a glina pęka. W cząsteczki wapna woda również wsiąka, nie zmieniają one jednak objętości i woda łatwo z nich paruje, wapno więc przy wysychaniu nie kurczy się i jest kapilarnem. Jeżeli ziemia zawiera większe jego ilości (co najmniej kilka procentów), wówczas przyczynia się to do jej wysychania, przeprowadzając wodę z warstw głębszych do powierzchni, która ją traci wskutek parowania. Znaną jest w praktyce łatwość zesychania się powierzchni gruntów wapiennych, co połączone w tym razie z ich spójnością, przyczynia się do powiększenia oporności przy ich uprawie mechanicznej.

Ilości wapna znajdującego się na gruncie nie można wprost mierzyć jego bezwzględną zawartością. Wpływ wapna na własności gleby jest przedewszystkiem chemiczny; aby oddziaływało fizycznie, musi być w znacznej ilości. Wapno może się znajdować w gruncie w postaci cząstek różnej wielkości: jako kamyki, w formie piasku, wreszcie miału. Otóż stopień jego działania nietyle zależy od bezwzględnej ilości, ile od stanu rozdrobnienia. Może być grunt, zawierający kawałki wapna, a zachowujący się jak bezwapienny, ponieważ miał wapienny został z niego wyługowany; z drugiej zaś strony może być go niewiele, ale w stanie takiego rozdrobnienia, że czyni za-

dosyć wymaganiom gleby. Oznaczenie tej czynnej (działającej) ilości wapna nie jest rzeczą łatwą.

Począwszy od gruntów czysto wapiennych, zawierających przeszło 90% wapna, znamy w naturze wszelkie przejścia, kończąc na glebach, które zupełnie nie zawierają tego składnika. Jest to jedyny z czterech składników gleby, którego może braknąć zupełnie. Piasek i glina są stałymi składnikami gleby; próchnicy wprawdzie ubywa przez jej rozkład, ale ubytek ten wynagradza się do pewnego stopnia, nawet bez pomocy rolnika, w sposób naturalny, przez roślinność pokrywającą ziemię. Wapna stale ubywa z gruntu, a jeżeli ziemia nie zawierała pierwotnie znacznego zapasu takowego, może się okazać zupełny brak tego składnika, który to brak może być pokryty tylko przy współudziale rolnika, t. j. przez nawożenie. Gleba bezwapienna, może nie okazywać złych następstw tego braku, a to z przyczyny poblizkiego marglowego podłoża, które dostarcza w miarę potrzeby małych wprawdzie, ale stałych ilości wapna; wpływ takiego podłoża zależy od jego odległości od gleby, jak to mieliśmy sposobność poznać w dziale pierwszym tej pracy. Glebę więc wtedy tylko uważać należy za zupełnie bezwapienną, jeżeli w niej wcale nie znajdujemy węglanu wapniowego, a obok tego, jeżeli pod nią niema, w pobliżu przynajmniej podłoża marglowego.

Rozmieszczenie wapna w gruncie zależy przedewszystkiem od ilości, jaka się w nim pierwotnie znajdowała i jest określone tą okolicznością, że składnik ten jest rozpuszczalny w wodzie, zwłaszcza zawierającej kwas węglowy. Przebieg wietrzenia glin marglowatych znamy z działu pierwszego tej pracy; musimy tu tylko przypomnieć, że wierzchnia warstwa jest zwykle mniej lub więcej głęboko z wapna całkowicie wyługowaną i pod nią dopiero znajdujemy podłoże marglowe. Przytem powinniśmy mieć na uwadze i tę osobliwą okoliczność, że zawartość wapna nie ulega powolnemu przejściu; po przekopaniu warstwy bezwapiennej dostajemy się odrazu do

margla kilkunastoprocentowego. Przypomnieć tu należy, że w miejscu, gdzie się margiel w głąb rozpoczyna, znajdujemy charakterystyczną warstwę mocno plastycznej gliny silnie rudego koloru, sam zaś margiel zwykle różni się swą barwą od więcej żółtych warstw wierzchnich. Margiel bywa tak dokładnie połączony z wapnem, że na oko nie można odróżnić śladów wapna; nie należy jednak temu ufać i trzeba zawsze przedsiębrać próbę kwasem. W gruntach czarnoziemnych, obfitujących w związki próchniczne, t. j. już rozłożone przez substancyę organiczną, prawie cała ilość wapna jest w połączeniu z tymi związkami; w miarę rozkładu tych połączeń wapna tworzy się węglan, który może neutralizować kwasy próchniczne na nowo się tworzące z rozkładającej się substancyi organicznej. Jeżeli jednak niema chociażby małego nadmiaru węglanu wapniowego, wówczas ta równowaga może być zachwianą, a mianowicie okazuje się brak węglanu wapniowego i występują wolne kwasy organiczne. Nie można zatem ufać nawet znacznym ilościom wapna w połączeniach organicznych, czy spełnią zadanie węglanu wapniowego.

ROZDZIAŁ IV.

O próchnicy (humus).

Oprócz trzech poprzednio wymienionych, mineralnych składników gleby, znajdujemy w niej czwarty, organiczny, zwany próchnicą. Próchnica ta pochodzi z rozkładu substancyi organicznej, przeważnie roślin, któremi każda ziemia mineralna niebawem się pokrywa. Substancya organiczna rozkłada się w ziemi głównie pod wpływem wilgoci i tlenu powietrza; w tych chemicznych reakcyach bardzo ważny udział biorą mikroorganizmy, bez których rozkład postępowałby bez porównania wolniej.

W gruncie, począwszy od rozłożonych cząstek roślinnych, znajdujemy wszelkie stopnie postępującego rozkładu; nic więc dziwnego, że się tu znajduje znaczna ilość różnorodnych związków. W rezultacie zatem zbadanie i odpowiedni podział związków próchnicznych nie udały się, co zresztą przedstawia bardzo wielkie trudności, wobec ich szczególnych własności, jak n. p. niekrystalizowania, dystylowania, tworzenia soli charakteru mało określonego etc. Ogólnie wiemy, że substancya organiczna, rozkładając się pod wpływem wilgoci i powietrza, traci stosunkowo więcej tlenu i wodoru, aniżeli węgla, skutkiem czego ilość procentowa tego ostatniego zwiększa się. Przytem tworzy się szereg związków brunatnych lub czarnych, niekrystalicznych, neutralnych lub kwaśnych, zawierających węgiel, wodór i tlen, a prócz tego niejednakową ilość azotu; ten ostatni jest tak silnie z próchnicą połączony, że nie-

podobna go od niej oddzielić, ani na zimno, ani alkaliami, ani kwasami. Jedna część tych związków próchnicznych, czyli humusowych, jest rozpuszczalną w alkaliach, druga staje się nią dopiero w miarę dalszego rozkładu. W gruncie związki próchniczne są połączone z zasadami: z wapnem, magnem, potasem, żelazem lub glinem i udzielają glebie charakterystycznej, ciemnej barwy, która jednak zależy od stopnia rozkładu. Są gleby zupełnie czarne, zawierające tylko około $2^0/_0$ humusu, który jednak jest tak rozłożonym, że nawet zapomocą najlepszego mikroskopu niepodobna już w nim dopatrzeć szczątków roślinnych, z których powstał; inne znów gleby są jasne, przy tej samej zawartości substancyi organicznej; ta ostatnia jednak nie jest tak silnie rozłożoną.

Najważniejsze własności próchnicy, obchodzące rolnika, są następujące.

Próchnica posiada własność tem silniejszego napawania się wodą, im więcej zawiera nierozłożonych jeszcze szczątków roślinnych, przyczem cząstki te nabrzmiewają; stąd torfy, w porównaniu z innymi gruntami próchnicznymi, są w możności wciągnąć w siebie największą ilość wody. Ciemny kolor próchnicy staje się przyczyną szybszego rozgrzewania się takowej pod działaniem słonecznych promieni; ciepło to jednak traci ona prędzej, aniżeli inne składniki gleby. Jeżeli do związków próchnicznych, rozpuszczonych w amoniaku, dodamy soli wapiennej, wówczas utworzy się nierozpuszczalny w wodzie, galaretowaty osad humianu wapna. Ciało to posiada własności kleiste: $1^0/_0$ takowego jest w możności nadać piaskowi taką spójność, jak 10% gliny. Po wyschnięciu, humian wapna przedstawia ciało twarde o odłamie muszlowym i po dodaniu wody już kleistości nie odzyskuje, czyli spójność pod jego wpływem w gruncie uzyskana, raz utracona, nie powraca; w obecności gliny jednak własność tę odzyskuje. Praktyka stwierdza także, że próchnica w obecności wapna dodaje spoistości gruntom piaszczystym; odwrotnie znowu, plastycznoś gliny zostaje osłabioną przez do-

datek chociażby małej nawet ilości próchnicy, ta ostatnia bowiem, podobnie jak to czyni z ziarnkami piasku, pokrywa także i cząsteczki gliny, nie dopuszczając ich zlepiania się. Znanem jest też w praktyce powiększanie się sprawności ziemi, przez użycie obornika, nawozów zielonych i wszelkich substancyi, zwiększających ilość próchnicy w ziemi.

Własności chemiczne próchnicy jeszcze silniej oddziaływają na glebę. I tak, najprzód ważną tu rolę odgrywa jej rozkład, którego ostatecznym produktem jest woda, kwas węglowy i związki azotowe; te ostatnie nie są składnikiem gleby, lecz tworzą część pożywienia roślinnego, i dopiero później mówić o nich będziemy. Tutaj zaś przedewszystkiem ważnem jest wydzielanie się kwasu węglowego. Grunt, zawierający rozkładającą się próchnicę, mieści w sobie kilkadziesiąt razy więcej tego gazu, aniżeli powietrze, skutkiem czego wody atmosferyczne, ubogie w ten gaz, przesiąkając przez glebę, wzbogacają się weń i działają energiczniej na rozkład mineralnych cząstek ziemi. Kwas węglowy tworzy się dopiero, jako ostateczny produkt rozkładu, pośrednie zaś związki humusowe występują jako słabe kwasy organiczne, oddziaływując również na rozkład cząstek gleby.

Wreszcie próchnica posiada, podobnie jak glina, własność łączenia się z pewnymi związkami, a przez to obdarza ziemię własnością absorbcyjną, przytrzymuje związki potasowe i amoniakalne, jeżeli się takowe znajdują w postaci węglanów.

Wobec naszej niedostatecznej znajomości związków próchnicy i wielkiej liczby napotykanych połączeń, przy analizie ziemi, oznaczamy zwykle, że się tak wyrazimy, hurtownie, ilość próchnicy, resp. substancyi organicznej. W glebach piaszczystych wystarcza często, po poprzedniem wysuszeniu ziemi, wyprażenie jej przy wysokiej temperaturze, to jest spalenie substancyi organicznej i oznaczenie jej ilości z ubytku na wadze. W glebach gliniastych, sposób ten nie jest dokładnym, znajduje się tu bowiem zna-

czna ilość chemicznie związanej wody w połączeniach gliny i krzemianów, zawierających wodę (zeolitach). Woda ta ustępuje dopiero przy tak wysokiej temperaturze, przy której ma już miejsce rozkład substancyi organicznej; takiej więc ziemi nie można za pośrednictwem podniesionej temperatury doprowadzić do stanu bezwodnego, bez straty w humusie. W tym razie oznaczamy ilość próchnicy metodami chemicznemi. Tą drogą dochodzimy do poznania całkowitej ilości substancyi organicznej w glebie, bez względu na stopień rozkładu, w jakim się ona znajduje. Posiadamy wprawdzie sposoby analityczne, pozwalające na oddzielenie substancyi organicznej nierozłożonej od tej, która już posunęła się w rozkładzie, t. j. zamieniła na humus; metody te, stosowane w celach naukowych, głównie dla wyjaśnienia udziału próchnicy w czynnościach żywienia się roślin, nie zostały jednak zużytkowane na szerszą skalę dla porównania natury różnych gatunków gleby, przejawiającej się stosunkiem znajdującej się w niej substancyi organicznej nierozłożonej od rozłożonej. Tymczasem na gruntach zimnych widzimy duży zapas substancyi organicznej nierozłożonej w stosunku do humusu, co się przejawia nazewnątrz tem, że ziemie te, zawierając nawet do 2% spalnej substancyi pochodzenia organicznego, pomimo to odznaczają się jasną barwą; na gruntach zaś tak zwanych ciepłych, n. p. lössie, całkowita prawie ilość substancyi pochodzenia organicznego jest w stanie tak silnego rozkładu, że ziemia ta przy 2 do 3% substancyi pochodzenia organicznego jest zupełnie czarna i, jak ją nazywamy, czarnoziemna (n. p. löss okolicy Magdeburga). Przy analitycznych badaniach gruntu, systematyczne oznaczanie pojedynczych kategoryi związków pochodzenia organicznego, dawałoby nam najprzód wskazówki co do «czynności» ziemi, to jest łatwości dokonywającego się w niej rozkładu, a prócz tego wyjaśniałoby nam inne jeszcze ważne pytania, odnoszące się do natury badanej gleby; zupełnie bowiem odmiennie działa na fizyczne własności ziemi substancya organiczna nierozłożona, w porównaniu

z rozłożoną, chemiczne zaś działanie próchnicy zależy prawie wyłącznie od już rozłożonej substancyi organicznej czyli humusu.

Naturalne czynniki utrzymują w pewnych i to dosyć ciasnych granicach ilości substancyi pochodzenia organicznego, które ziemia może zawierać. W gruntach średniej spoistości i wilgotności znajdujemy jej $1^1/_2$ do 2%, w piasczystych mniej, w gruntach szczególnie bogatych do 3%; wyjątki tylko tworzą niektóre grunty mokre, torfiaste i leśne. Do wyjątków też zaliczyć należy grunty strefy czarnoziemnej. Za całkowicie usprawiedliwione uważać trzeba zdanie wypowiadane przez wielu uczonych, że one mogły być utworzone w wyjątkowych tylko warunkach, które obecnie w naszym klimacie nie istnieją. W ziemiach tych napotykamy do 17% próchnicy (Dokuczajew).

Próchnica nie jest pierwotnym składnikiem gleby, jest nabytą i nabywaną, a współcześnie podlega ubytkowi.

Próchnicę znajdujemy w powierzchownej warstwie ziemi, zwanej glebą, a ta ostatnia w rolach naszych różni się od podglebia zwykle tylko wyłącznie zawartością próchnicy. Dwie te warstwy pod względem zawartości składników mineralnych są prawie jednakowe, a często gleba zawiera więcej rozpuszczalnych związków mineralnych, z powodu koncentracyi tutaj pożywienia roślinnego. Ciemniejsza barwa wyróżnia glebę od podglebia, a oddziela się ona tem ostrzej wyraźną linią, im grunt jest zimniejszy, a podglebie mniej odpowiednie życiu roślin, to jest wnikaniu korzeni. Warstwa ta, 15 do 20 lub 30 cm. głęboka, jest zwykle trochę tylko grubszą, niż głębokość uprawy czyli orki, najczęściej z powodu przesiąkania głębiej rozpuszczalnych związków próchnicznych. Większe różnice pod tym względem, to jest znaczne pogrubienie warstwy próchnicznej, mogą wywołać następujące okoliczności: Przedewszystkiem wymienić tu należy czynność żywych organizmów, zamieszkujących w ziemi, zwlaszcza dżdżownic. Wpływ ten uwydatnia się szczególnie na miejscach wilgotnych i leśnych. Stworzenia te mieszają ziemię

mineralną z próchnicą, a ta ostatnia dostaje się do warstw głębszych. Ogólny poziom gruntu nie zmienia się przytem, chociaż pojedyncze przedmioty, cegły, mur, kamienie zagłębiają się w ziemię, która obok zdaje się pozornie podnosić. Powiększenie warstwy próchnicznej może również nastąpić z dwóch następujących przyczyn, przyczem jednak ogólny poziom ulega zmianie, podnosi się. Najprzód tedy zgrubienie warstwy próchnicznej następuje wskutek narastania torfu; ten nietylko jest w możności wypełnić wgłębienia znajdujące się na ziemi i wyrównać ogólny poziom falistej pierwotnie powierzchni mineralnej ziemi, lecz może nawet utworzyć znaczne wzniesienia i wypukłości na grucie pierwotnie równym. (Hochmoor). W obu wypadkach warstwa narośniętej próchnicy może dojść do znacznej grubości. Wreszcie tworzenie się czarnoziemów było prawdopodobnie połączone ze zmianą poziomu, lecz nie przez narastanie, ale przez przysypywanie poprzedniej próchnicznej gleby ziemią mineralną za pośrednictwem wiatru; w tem pokryciu tworzyła się nowa próchnica i następnie została przysypaną, tak, że dawniejsze warstwy próchniczne pozostawały głębiej, a pokrywały się nowemi i w rezultacie cała warstwa czarnoziemna rosła do pewnej grubości (Richthofen). Jest to teorya wiatrowa tworzenia się gruntów z wyjątkowo grubą warstwą próchnicy, znajdujących się w pewnych tylko strefach, a obcych dla innych okolic, gdzie tak ilość humusu, jak i grubość warstwy próchnicznej, stale jest utrzymywaną w pewnych ścisłych granicach przez czynniki naturalne.

Wpływ próchnicy. Wpływ próchnicy, a raczej brak jej w gruncie, charakteryzują rolnicy, nazywając taką ziemię «jałową». Jałowość gruntu jednak powodują dwie przyczyny, a mianowicie, brak działania samej organicznej substancyi resp. humusu i brak azotu, którego obecność jest ściśle zależną od obecności próchnicy. Lepiej więc mówić o takiej bezpróchnicznej glebie, że jest «martwą». Odpowiedniejsze to wyrażenie jest także używane w praktyce; mówimy wszak o podglebiu, że jest martwem, w po-

równaniu z glebą, a nawet nazywamy podglebie wprost martwicą. Rzeczywiście ziemia bezpróchniczna jest martwą; pomimo dostatecznego zapasu pożywienia mineralnego, byłoby ono nader skąpo udzielane roślinności, gdyby nie wpływ humusu, ten ostatni bowiem jest głównym czynnikiem przy rozkładzie mineralnych cząstek ziemi, czyli przy jej wietrzeniu.

Chcąc sobie zdać sprawę z działania próchnicy na glebę i ze względu na to, że składnik ten nie znajduje się w stanie jednakowym, niezmiennym, należy brać kategorycznie pod uwagę główne stopnie jej rozkładu i wpływ pojedynczych produktów przy tem powstających. Pomimo licznych połączeń, jakie się tutaj mogą znajdować, podzielimy je na trzy charakterystyczne działy:

a) substancya organiczna mniej lub więcej zmieniona, rozłożona, która jednak nie utraciła jeszcze cech swego pochodzenia roślinnego, a więc przypominająca torf; dalej

b) związki próchniczne, które już utraciły strukturę organiczną i przemieniły się w połączenia noszące cechy kwasów, rozpuszczalne w amoniaku; są to tak zwane kwasy próchniczne, poza tem zresztą różnej natury; w końcu

c) kwas węglowy (i woda), jako ostateczny produkt rozkładu bezazotowej części substancyi organicznej.

Zanim jednak będziemy rozpatrywać wpływ tych pojedynczych produktów na glebę, musimy zająć się badaniem, jak szybko się one tworzą z substancyi organicznej, czyli rozwiązać pytanie: jak szybko ta ostatnia ulega rozkładowi? Pytanie to, już samo przez się niełatwe do rozwiązania, staje się jeszcze trudniejszem z powodu, że szybkość ta zależy najprzód od natury samej substancyi, następnie od właściwości gleby, w której się ona rozkłada i wreszcie od wpływów wewnętrznych. Dla oryentowania się jednak w tym względzie przedstawiają się nam trzy drogi.

Pierwszy sposób badania polegałby na mierzeniu

wprost ilości zapasu próchnicy w ziemi w pewnych odstępach czasu i na wnioskowaniu stąd, ile substancyi organicznej w danym czasie uległo rozkładowi, biorąc pod uwagę mogące w tym przeciągu czasu nastąpić dodatki substancyi organicznej.

Drugi sposób polegałby na oznaczaniu w ziemi nie wprost zasobu humusu, ale ilości kwasu węglowego, wytwarzającego się tem obficiej, im rozkład próchnicy jest szybszy. Gaz ten wszakże w roli nie pozostaje w spokoju: ruch powietrza, dyfuzya i z innych przyczyn powstające ubytki jego nie dozwalają na oznaczenie tą drogą szybkości rozkładu bezpośrednio, wprost z pola; metoda ta jest możliwą tylko przy doświadczeniach laboratoryjnych. Te ostatnie jednak posiadają jedną wspólną wadę, mianowicie dają cyfry stale za wysokie, przewyższające o wiele te cyfry, które są w praktyce możliwe; gdybyśmy je bezpośrednio zastosowali, zdawałoby się, że cały zapas próchnicy w glebie, zwykle paroprocentowy, byłby w bardzo krótkim czasie wyczerpany. Pochodzi to stąd, że przy doświadczeniach laboratoryjnych niepodobna uniknąć poruszania ziemi w znacznie większym stopniu, aniżeli to ma miejsce w praktyce rolnej: ta czynność zaś silnie pobudza rozkład.

Trzecich wreszcie wskazówek dostarcza nam szybkość tworzenia się najprostszych związków azotu, postępująca w miarę rozkładu substancyi organicznej, z którą azot jest ściśle związany. Tu znowu należy zwrócić uwagę na to, że część bezazotowa substancyi organicznej szybciej podlega rozkładowi, aniżeli jej część azotowa.

Zestawiając jednak różne fakty tak z praktyki, jak i z doświadczeń laboratoryjnych i opierając się na powyżej wymienionych trzech metodach badania, możemy dojść do następujących wniosków, dotyczących szybkości rozkładu substancyi organicznej.

Przedewszystkiem zaznaczyć tu musimy, że jakkolwiek rozdział niniejszy dotyczy wpływu próchnicy na glebę, dla lepszego jednak wyjaśnienia i zrozumienia rze-

czy niezbędnem jest obznajmienie się z warunkami rozkładu obornika, obornik bowiem jest głównem źródłem próchnicy przy uprawie roli.

Substancya organiczna zawarta w oborniku, przejawia dążność do szybkiego rozkładu — wiemy to dobrze z praktyki — a stąd wynika konieczność stosowania różnych sposobów i środków przeciwdziałających. Już na gnojowniku tedy część bezazotowa obornika szybciej podlega rozkładowi, aniżeli azotowa, a nawóz, w miarę postępującego rozkładu, staje się procentowo bogatszym w azot, przy współczesnem zmniejszaniu się jego wagi, skutkiem rozkładu substancyi organicznej i zamiany takowej na wodę i kwas węglowy, który uchodzi.

Gdy obornik dostanie się do gruntu, rozkład zawartej w nim substancyi organicznej postępuje w dalszym ciągu i to w podobnym kierunku, jak to miało miejsce na powietrzu, to jest utrata węgla jest szybszą od utraty azotu.

Na lekkich gruntach szkoły rolniczej w Grignon, ziemia na próbnych parcelkach w roku 1878 zawierała w 1 kg. 16 gramów węgla i 2 gramy azotu, a więc w stosunku 8 : 1. Po latach dziesięciu, t. j. w roku 1888, te parcelki, które były stale zasilane obornikiem, zawierały wymienione substancye w podobnym stosunku; nienawożone jednak miały już tylko 7,3 węgla i 1,5 azotu, a więc w stosunku 5 : 1. Parcelki z stosunkiem 8 : 1 były w stanie urodzajnym, z stosunkiem zaś 5 : 1 — w stanie wyjałowionym.

Na polach doświadczalnych w Rothamstead parcelki urodzajne miały stosunek węgla do azotu jak 11 : 1; czarnoziemy ruskie mają stosunek 9 : 1 aż do 12 : 1.

O tem, że substancye roślinne i obornik, humifikując się w ziemi, czyli zamieniając na próchnicę, stają się procentowo w azot bogatsze — łatwo się przekonać, porównywując procentową zawartość azotu następujących materyałów:

NAZWA MATERYAŁU	W 100 częściach suchej substancyi organicznej zawiera		Stosunek węgla do azotu
	Azotu	Węgla	
Słoma ze zboża	0,6	50	80 : 1
Siano łąkowe dobre	1,6		
Siano z koniczyny czerwonej	2—2,7		
Ziarno owsa	2		
Ziarno żyta	2,2	50	23 : 1
Obornik od bydła średnio żywionego	2,17		14,5 : 1
Żywe zwierzęta: świnia . .	4,5		
« « wół . . .	6		8 : 1
Próchnica w ziemi urodzajnej	6	50	8 : 1
Czarnoziemy ruskie	4—6		12 : 1
Mięso	14		

Z tego zestawienia widzimy, że substancya organiczna, czy też próchnica, przy swym rozkładzie w ziemi staje się coraz bogatszą procentowo w azot; zwykły w glebie urodzajnej stosunek węgla do azotu, jak 8 : 1, może się obniżyć w ziemiach wyjałowionych uprawą bez użycia obornika aż do 5 : 1.

Teraz należałoby rozstrzygnąć pytanie, jak szybko nawóz w ziemi się rozkłada.

Na folwarku Bechelbronn [1]), o którym posiadamy dokładne sprawozdania, używano przez długi przeciąg czasu, w pięcioletniej kolei po 50.000 kg. obornika na 1 ha (50 fur na 1 mórg), co odpowiada 7.000 kg. suchej substancyi; plony pozostawiały przez ten czas 4.400 kg., czyli że ziemia otrzymywała 11.400 kg. suchej substancyi, czyli 5.700 kg. węgla. Gleba jednak utrzymywała się w stanie

[1]) Miejscowość w Alzacyi, gdzie wykonywał swoje badania francuski chemik Boussingault.

jednakowym, zapas próchnicy nie zmieniał się, skąd wynika, że całkowita prawie ilość dawanego nawozu ulegała w tym czasie rozkładowi; spalało się (utleniało) rocznie w ziemi 1100 kg. węgla, co odpowiada 6 m. kub. kwasu węglowego na 1 ha. dziennie (warstwa 0,6 milim. gruba) (Schlösing).

Powyższe dane pomieściliśmy tylko jako ilustracyę zjawiska, z którem zresztą powszechnie w praktyce się spotykamy; przeciętnie bowiem działanie zwykle używanej ilości obornika w ziemi, a więc jego rozkład — dosięga lat pięciu. Poza tym czasem plony ograniczają się do tych, jakie ziemia wydać może przez naturalny swój zasób urodzajności. Odpowiednio temu układamy całe płodozmiany, a te gospodarstwa, które co pięć lat nawożą każdy kawałek ziemi pełnym nawozem, stoją na granicy gospodarstw ekstenzywnych i intenzywnych.

Analizy składu chemicznego atmosfery gruntu, stwierdzają szybkość rozkładu obornika w ziemi. Ilość zawartego tu tlenu i azotu mało się różni od zawartości tych ciał w powietrzu; ilość jednak kwasu węglowego wynosi w zwykłych warunkach 1% objętości wszystkich gazów, czyli, że atmosfera gruntu jest zwykle 30 razy bogatszą w ten gaz, aniżeli powietrze atmosferyczne. Jeżeli jednak gleba jest nawieziona obornikiem, zawartość w niej kwasu węglowego może się podnieść do 10% na objętość, czyli będzie ona 300 razy zasobniejszą w ten gaz, aniżeli powietrze atmosferyczne. Cyfry te objaśniają nam, jak szybkim jest rozkład obornika w ziemi, a przytem, jak znacznych ilości kwasu węglowego, tego głównego czynnika rozkładu mineralnych cząstek ziemi, dostarcza na glebę nawieziony obornik.

Każda jednak taka gleba, która rodzić może, więc nie jałowa, zawiera, jak to wiemy, pewien zasób próchnicy. Humus ten ziemi rozkłada się powolniej, aniżeli obornik; możemy nabrać o tem wyobrażenia, rozpatrując następujące okoliczności. Próchnica ta zawiera w sobie azot, który w miarę jej rozkładu mineralizuje się, t. j. zamie-

nia na połączenia amoniaku, wreszcie kwasu azotowego; otóż wiemy z odpowiednich doświadczeń, że przy pomyślnych warunkach tego rozkładu, czyli nitryfikacyi, humus w ziemi zawarty dostarcza rocznie z całego swego zasobu 2% i więcej trochę azotu zmineralizowanego, na gruntach zaś nieczynnych, zimnych, ilość ta wynosi 1%. Wiedząc jednak z powyższego, że część bezazotowa substancyi organicznej szybciej się rozkłada, aniżeli azotowa, możemy wyprowadzić wniosek, że tej pierwszej ubywa więcej jak 2—3% rocznie na ziemi cieplej i więcej jak 1% na ziemi zimnej.

W ogólnym więc zarysie, możemy w następujący sposób przedstawić sobie przebieg szybkości rozkładu substancyi organicznej. Ziemia zasobna, zawierająca średnio 1,6% humusu, czyli 24.000 kg. węgla na 1 ha., przypuśćmy, że oddaje z tego zapasu przy rozkładzie, wobec dobrych warunków fizycznych, 3% rocznie, czyli, że się w niej utlenia na 1 ha. 720 kg. węgla na rok. Jeżeli ziemię taką nawieziemy obornikiem w stosunku 40.000 kg. na 1 ha. (40 fur na 1 mórg) i jeżeli w tym oborniku już w pierwszym roku (co jest może najbliższem rzeczywistości) 50% substancyi organicznej ulegnie rozkładowi, to przytem utleni się z niego w glebie 2.000 kg. węgla zaraz w tym pierwszym roku. Będzie to więc ilość prawie trzy razy większa, aniżeli pochodząca z naturalnego zapasu ziemi. W następnych latach obornik będzie się już powolniej rozkładał, a skutkiem tego wydzieli mniejsze ilości kwasu węglowego. Po pięciu latach pozostanie z niego już ta tylko część substancyi organicznej, która najtrudniej ulega rozkładowi; ona to przyłącza się do zapasu humusu, zawartego w ziemi, i dopełniając jego ubytki, utrzymuje stały zapas. Widzimy więc stąd, jak łatwo obornik ulega rozkładowi, czem się tłómaczy szybkie jego działanie.

Ostateczną przyczyną rozkładu substancyi organicznej jest powinowactwo chemiczne; działanie jego odbywać się może w sposób dwojaki: wprost, bezpośrednio — albo pośrednio przez czynność drobnoustrojów.

Dawno już dokonane i wciąż obecnie jeszcze powtarzane doświadczenia stwierdzają niewątpliwie, że rozkład, o którym mowa, odbywa się bardzo powolnie, jeżeli jest wynikiem wyłącznego działania chemicznego powinowactwa; natomiast jest on o wielekroć szybszym, jeżeli do pomocy przychodzą drobnoustroje. Ze względu na ważny wpływ tych ostatnich, musimy poznać ich działanie, chociażby w najogólniejszym zarysie.

Jest to faktem stwierdzonym przez liczne doświadczenia, że głównym czynnikiem rozkładu obornika są mikroby, a powinowactwo chemiczne samo przez się, w porównaniu z ich działaniem gra tylko podrzędną rolę. Ziemia wyjałowiona (wysterylizowana) czy to przez rozgrzanie, czy też przez użycie odczynników zabijających mikroby, pomimo dostępu tlenu wydziela daleko mniej kwasu węglowego, a zatem rozkład jest w niej powolniejszy, aniżeli w ziemi, w której mikroby pozostały nieuszkodzone. Stąd też przypuszczać należy, że na tej drodze mogą znaleźć wyjaśnienie wszystkie te liczne zjawiska, napotykane przy uprawie roli, których nie są w stanie wytłómaczyć zasady wyłącznie chemiczne. Na początek podamy tu chociażby jeden przykład. Wiemy, że poruszanie ziemi łopatą czy też pługiem, nadzwyczajnie pobudza rozkład substancyi organicznej, naturalnie pod tym warunkiem, aby przytem nie utracić niezbędnej wilgoci. Otóż Schlösing wypowiada zdanie, ze wszech miar zasługujące na uwagę, że poruszanie ziemi ułatwia przenoszenie się bakteryi z miejsca na miejsce, skutkiem czego dostają się one do świeżego pożywienia i takowe rozkładają. Bakterye są do pewnego stopnia obdarzone ruchem, bądź to przez ruch samej komórki, bądź przez niteczki, które w razie potrzeby wypuszczają i w ruch wprawiają. W płynie łatwiej zmieniają miejsce, w ziemi zaś trudniej, żyją tu bowiem tylko w cienkiej warstewce wody, pokrywającej cząstki ziemi; w suchej ziemi nie żyją. Zazwyczaj utrzymują, że poruszanie ziemi ułatwia dostęp tlenu, tymczasem gaz ten jest jednakowo obecny, tak w ziemi poruszanej, jak i nieporuszanej.

Dla czynności każdego mikroorganizmu istnieje pewne optimum temperatury, przy której on najenergiczniej działa. Wiemy dobrze z praktyki, że substancyę organiczną, resp. nawóz na gruntach zwięźlejszych należy przyorywać płytko, na 2 do 3 cali; przykryty 6 calami ziemi już okazuje wielkie różnice w swem działaniu, chociażby nawet został później przemieszany z całą warstwą ziemi zapomocą przeorania; w pierwszym i drugim wypadku inaczej się rozkłada. Trudno wyjaśnić tego przyczynę, gdyż analiza chemiczna gazów ziemi nie wykazuje tu żadnej różnicy. Prawdopodobnie przyczyny szukać należy w odmiennych warunkach bytu mikrobów, wywołanych różnicą temperatury warstw ziemi bliżej lub dalej od powierzchni położonych. Sądzimy, że badania rozkładu przy różnej temperaturze otoczenia mogłyby przedewszystkiem doprowadzić do rezultatów, wyjaśniających tę ciemną kwestyę. Praktyka rozróżnia ziemie cieple i zimne, a więc sama nas niejako bezwiednie na to naprowadza. Szybkość i jakość rozkladu zależy przedewszystkiem od tego, do jakiej temperatury ziemia może się rozgrzać pod wpływem promieni słonecznych. Wiemy, że latwość rozgrzewania się gleby nietyle zależy od natury jej skladników, ile od stopnia wilgotności; przy tym samym klimacie w gruncie piaszczystym ale mokrym rozklad będzie powolny, podczas gdy w cięższkiej, gliniastej nawet glebie, byle suchej, odbywać się będzie szybko; wiemy nadto, że w różnych klimatach rozklad substancyi organicznej w ziemi jest odmienny. Wogóle, można twierdzić, że im temperatura jest niższą, czy to przeciętna dla danej miejscowości klimatu lub roku w porównaniu z innemi, czy też ze względu na samą porę, a więc jesień lub wiosnę — tem więcej powstaje przy rozkładzie kwasów organicznych, czyli związków nieutlenionych. Kwasy wolne wogóle, a szczególnej mineralne, są dla bakteryi zabójcze; organiczne są dla nich stosunkowo znośniejsze. Jest to prawidlo ogólne, jakkolwiek i tu napotykamy wyjątki. N. p. Mycoderma aceti, zamieniający alkohol na ocet, żyje tylko

w kwasie; prócz niego mamy i inne drobnoustroje, wywołujące kwaśną fermentacyę; lecz zbyt silne zakwaszenie jest w dalszym ciągu środkiem konserwującym czyli przeciwgnilnym. Mamy jednak sporo dowodów na to, że te drobnoustroje, które są roztoczami substancyi organicznej w ziemi, daleko lepiej żyją tam, gdzie kwasy organiczne są zneutralizowane popiołem, wapnem i t. p.; w gnojowniku zadanie to spełnia uryna. Każda ziemia urodzajna musi przedstawiać albo neutralną, albo słabo alkaliczną reakcyę.

Substancya organiczna nierozłożona jest w stanie działać na glebę tylko mechanicznie; jeżeli się znajduje w znacznej ilości, wówczas widocznie podnosi wilgotność gruntu, cząstki jej bowiem napawają się wodą i przytem nabrzmiewają. Wiemy z praktyki, jak wielką ilość wody mogą pochłonąć materyały torfiaste, a stąd, jako podściół, służą nawet lepiej, aniżeli słoma; podobnie zachowują się one i w ziemi, a grunty obfitujące w szczątki roślinne nierozłożone, torfiaste, są zwykle mokre, nawet tam, gdzie położenie temu nie sprzyja.

Rezultat użycia torfu na gruntach lekkich, piasczystych lub ciepłych jest zwykle zadawalniający; na gruntach ciężkich, wilgotnych jest on problematyczny i niedostatecznie wyjaśniony, substancya organiczna bowiem nierozłożona, a nawet żyjąca, może także wywierać wpływ przeciwny, t. j. osuszać grunt; ma to jednak miejsce głównie wtedy, kiedy warstwa nieprzepuszczalna nie leży w podłożu, ale jest nią sama gleba. Cząstki organiczne powiększają porowatość ziemi, a przez to i jej przepuszczalność. Löss zawdzięcza swoją przepuszczalność w znacznej mierze kanalikom, pozostałym po korzeniach roślin.

W praktyce jest rzeczą ogólnie znaną, że nawóz słomiasty, mało przegniły, jest odpowiedniejszy na gleby ciężkie i wilgotne, ponieważ, jak mówią, rozgrzewa je. Schlösing obrachował podniesienie się temperatury ziemi, mogące wyniknąć przez rozkład nawozu na $0,1^0$: Wolny

podaje z doświadczeń laboratoryjnych, że przy 6° otoczenia żadnej nie było różnicy, przy 10° do 20° temperatura ziemi podniosła się przez rozkład nawozu o 0,02°, przy 30° do 35° zaś o 0,31°, im wyższą bowiem była temperatura towarzysząca rozkładowi, tem szybciej się takowy odbywał i tem więcej ciepła było wydzielonego. Są to więc ilości mało znaczące w praktyce; to też działanie nawozu tłómaczy się zwykle zwiększeniem przewiewności roli, a stąd ułatwieniem dostępu tlenu. Tymczasem analizy atmosfery gruntu zwykle w niej wykazują dostatek tlenu; zdaje się zatem, że fakt skuteczności nawozu słomiastego na ziemiach tłómaczyć należy inaczej. Prawdopodobnie nawóz słomiasty przerywa kapilarność gruntu i tym sposobem powoduje przeschnięcie warstwy ziemi nad nim leżącej, a przez to zostaje ułatwione rozgrzanie się tej warstwy, co wpływa na pobudzenie rozkładu w gruncie z natury wilgotnym a więc zimnym. Tę korzyść, wynikającą z użycia nawozu słomiastego, tracimy przez uwalcowanie, które przywraca kapilarność i wilgotność, dociskując warstwy poprzednio rozdzielone.

Substancya organiczna nierozłożona, tylko przez pewien czas w tym stanie pozostaje w ziemi, rozkłada się bowiem z przyczyn, które już poznaliśmy. Produkty rozkładu są bardzo liczne, ale mało znane; te z nich wszakże, które uległy dalszym stopniom utlenienia, posiadają tę wspólną cechę, że rozpuszczalne w alkaliach, tworzą sole i nikną one z ziemi przez dalsze utlenienie, zamieniając się ostatecznie w wodę i kwas węglowy.

Związki organiczne rozpuszczalne wpływają w ziemi na zmianę fizycznych własności gleby; substancya humusowa, pokrywając cząstki ziemi, zarówno piasku jak i gliny, staje się powodem, że ziarnka piasku zlepiają się, robiąc grunt piaszczysty zwięźlejszym i naodwrót, nie dopuszczając tak silnego zlepienia się, jakieby nastąpiło pomiędzy cząstkami czystej gliny między sobą lub z piaskiem — czynią glebę gliniastą mniej spoistą. Humus od-

działywa także na podniesienie wilgotności gruntu, czy jednak w tak znacznym stopniu, aby praktyka w tym jedynie celu mogła ponosić koszt powiększenia jego ilości — na to trudno dać odpowiedź stanowczą. Wprawdzie grunty szczególnie obfite w próchnicę są wilgotniejsze dzięki tej okoliczności, wątpliwem jest jednak, czy gleby o zwykłej 1,6% wynoszącej zawartości substancyi organicznej odczuwają w wilgotności półprocentową zmianę jej zapasu. Na lekkich polach doświadczalnych w Grignon półprocentowe obniżenie zapasu próchnicy nie wywołało żadnej zmiany w ich wilgotności (Dehérain).

Udzielając ziemi ciemnej barwy, próchnica przyczynia się do łatwiejszego rozgrzewania się gleby; ciemne ciała jednak, jak wiemy, rozgrzewają się wprawdzie szybciej pod działaniem promieni ciepła, ale natomiast promieniują czyli tracą to ciepło łatwiej, aniżeli jasne; podobnie dziać się będzie i z glebą ciemną, o ile próchnica nie przyczyni się do nadania jej większej pulchności lub wilgotności i tym sposobem nie zabezpieczy jej od szybkich zmian temperatury. Powierzchnia gruntów torfiastych stygnie szybko, ale warstwy głębsze, dzięki obfitości próchnicy, swej porowatości i wilgoci, stygną powolniej, aniżeli grunt mineralny.

Główne wszakże działanie próchnicy na glebę jest chemiczne; działają tu przedewszystkiem kwasy organiczne. Znane są liczne doświadczenia, wykazujące, że te kwasy próchniczne rozkładają rozmaite minerały: mogą więc i w glebie podobnie działać. Z pośród mineralnych składników gleby najłatwiej podlega ich wpływowi węglan wapniowy, wydzielając kwas węglowy, tworzy z nimi humian wapna. Jeżeli więc składnik ten jest w glebie obecny, wówczas nie znajdujemy w niej wolnych kwasów, ale zneutralizowane. W roli są wprawdzie i inne alkalia, jak amoniak, potas, sód i t. p., które się łączą z tymi kwasami; połączenia ich jednak z humusem są w wodzie rozpuszczalne i natrafiając na węglan wapniowy rozkładają się i tworzą nierozpuszczalne połączenia wapna z hu-

musem, a częściej sole o podwójnych zasadach lub jeszcze więcej skomplikowane związki. Pomimo obecności w ziemi amoniaku, potasu i t. p. przy braku węglanu wapniowego ziemie te odznaczają się reakcyą kwaśną, której nie napotykamy w glebie, zawierającej wapno. Dlatego też w działaniu kwasów organicznych resp. humusu na glebę, rozróżnić należy dwa wypadki: w pierwszym kwasy te są w stanie zneutralizowanym, w drugim zaś są chociażby w części w stanie wolnym a ziemia kwaśną. Że działanie humusu na mineralne cząstki ziemi jest bardzo odmienne, zależnie od tego, czy mamy do czynienia z pierwszym lub drugim wypadkiem — tego dowodzi nam praktyka, a zwlaszcza zastosowanie nawozów fosforowych. Nawozy te stosujemy w dwóch formach: w formie rozpuszczalnej, jako superfosfaty i w formie nierozpuszczalnej (przynajmniej w wodzie) jako mączka kostna, żuzle Thomasa, fosforyty i t. p. Otóż fosforany nierozpuszczalne, użyte na gruntach bezwapiennych, zasobnych w próchnicę, a więc i w kwasy organiczne — zostają rozpuszczone pod wpływem tych ostatnich i często nawet lepiej działają neutralizując kwasy ziemi, aniżeli superfosfaty. Dowiodla tego praktyka, prowadzona na wielką skalę w Bretanii na gruntach granitowych. Użycie fosforanów nierozpuszczalnych powinno poprzedzać wapnowanie lub marglowanie; tak się też tam dzieje: po użyciu tych melioracyj superfosfaty są skuteczniejsze. Skuteczność żuzli Thomasa także się głównie uwydatnia na ziemiach kwaśnych; najprzód się rozkłada zawarty w nich węglan wapna, neutralizuje kwasy, a połączenia fosforowe zostają wydzielone.

Wpływ kwasów organicznych, zależny od tego, czy są zneutralizowane lub nie — nie ogranicza się do działania na cząstki mineralne ziemi; prawdopodobnie kwasy te wpływają także na warunki życia mikrobów w glebie, a stąd na sposób rozkładu cząstek organicznych ziemi. Wiemy, że kwasy wolne zazwyczaj szkodzą bakteryom, osłabiając lub niszcząc ich byt. Dokladniej znamy działanie kwasów na bakterye nitryfikujące: nawet w praktyce

staje się widocznem, że przemiana połączeń amoniakalnych na połączenia kwasu azotowego tam łatwiej się dokonywa, gdzie jest obecne wapno lub inna zasada neutralizująca już obecne lub nowo-powstające kwasy; wiemy dalej, że naturalny zapas pożywienia azotowego w ziemiach kwaśnych bezwapiennych udziela rocznie o połowę mniej azotu zmineralizowanego, aniżeli w ziemiach wapiennych resp. ciepłych. Wiemy również, że połączenia humusu z wapnem, więc zneutralizowane, szybciej się rozkładają, aniżeli kwaśne. Jednem słowem, możemy twierdzić, że pomimo energiczniejszego działania wolnych kwasów organicznych w ziemi w porównaniu z kwasem węglowym, kwasy te nie są pożądanym czynnikiem rozkładu gleby i po pewnem ich nagromadzeniu się dalszy rozkład substancyi organicznej zostaje wstrzymany. Co więcej, jest wielkie prawdopodobieństwo, że połączenia ich z alkaliami (amoniakiem i potażem) w wodzie rozpuszczalne, mogą się stać powodem utraty z gleby zarówno alkaliów, jak i humusu, a to drogą przesiąkania w głębsze warstwy ziemi. Gromadzenie się tych kwasów ma miejsce tam, gdzie temperatura jest niższa, a więc w podglebiu; w glebie, przy panującej zwykle wyższej temperaturze, utleniają się one łatwiej, wytwarzając kwas węglowy.

Nie mamy na to dostatecznych dowodów, aby twierdzić, że różnice, jakie widzimy w rozkładzie, pochodzą od braku tlenu; jak już wspominaliśmy, analiza zwykle wykazuje dostatek tego gazu zarówno w płytkich, jak i głębszych warstwach ziemi. Zjawiska redukcyi, które bezwątpienia można w pewnych razach obserwować w podglebiu, a które zwykle tłómaczą utrudnionym dostępem powietrza i wynikiem czysto chemicznych reakcyi, mogą pochodzić z innych przyczyn; mianowicie mogą być wynikiem czynności życia mikrobów, nawet pomimo obecności tlenu. Mikroby te potrzebując dla swego życia żelaza, mogą redukować jego związki, aby je uczynić rozpuszczalnymi, lub też częściowo zużywają tlen w tych związkach zawarty. Bakterya rozkładająca celulozę i wy-

twarzająca zarówno z niej, jak i z innych połączeń organicznych, gaz błotny i kwas węglowy, żyjąca przy bardzo małym dostępie tlenu — żyje także i w jego obecności i w dalszym ciągu wymienione gazy wydziela, zużywa zatem tlen połączeń organicznych, wywołując zjawiska redukcyi. Znamy wypadki, w których warstwa zredukowana leży pomiędzy dwiema warstwami utlenionemi: samo więc działanie chemiczne nie mogło tego wywołać.

Na dowód tego, jak znaczny wpływ wywiera temperatura na wydzielanie się kwasu węglowego, może posłużyć następujący przykład: Risler znalazł w atmosferze gruntu w głębokości 25 centymetrów przy nizkiej temperaturze 0,37% kwasu węglowego, przy wyższej zaś 0,65% tego gazu. Warunki życia mikrobów, określone wyższą temperaturą, zdają się tu być głównym momentem decydującym o jakości i szybkości rozkładu substancyi organicznej. Z doświadczeń robionych w Lobositz przez trzy lata, wynikło, że temperatura ziemi 6 cali pod powierzchnią była w czasie wiosny i lata o 6° niższą, aniżeli na powierzchni gruntu. Różnice temperatury zatem faktycznie istnieją. Przy analizach atmosfery gruntu znajdujemy jednakże najwięcej kwasu węglowego w głębszych warstwach, lecz to pochodzi stąd, że wpływ wiatrów, ciśnienia barometrycznego, przesiąkania wody deszczowej i t. d. odświeża atmosferę gruntu w jej warstwie powierzchownej, skutkiem czego, pomimo szybszego wydzielania się tego gazu w tem miejscu, na razie mniej go znajdujemy.

Z pierwszej części tej pracy wiemy, że zmiany w powierzchownych warstwach ziemi, znane pod ogólnem mianem wietrzenia, są głównie wywołane wpływem kwasu węglowego na mineralne cząstki ziemi. Jest to czynnik rozkładu pierwszorzędnego znaczenia, ułatwiający asymilacyę składników popiołów roślin; głównym bodźcem przy tym rozkładzie jest podniesiona temperatura. Na zasadzie licznych badań nad atmosferą gruntów różnej natury, Ebermeyer przyszedł do wniosku, że z wyjątkiem torfów, gleba jest tem urodzajniejszą, im więcej się w niej wy-

dziela kwasu węglowego, a dalej, że okoliczność ta może stanowić jedną z miar, którą należy się posługiwać przy badaniu żyzności ziemi.

W ziemiach kwaśnych, szczególniej w torfie, następuje nieraz bardzo silne rozpuszczenie cząstek mineralnych, wiemy jak silnie takie ziemie bywają wyługowane, jest to wszakże niekorzystny kierunek rozkładu.

Normalny przebieg chemicznego działania próchnicy na glebę należy sobie przedstawić w sposób następujący: im wyższą jest temperatura (do pewnej granicy), a także, w im łatwiej podlegającej utlenieniu formie znajdują się związki próchniczne, tem szybciej się one utleniają i tem mniej gromadzi się kwasów w roli, tem obficiej natomiast wydziela się kwas węglowy. Ten ostatni wraz z wodą i tlenem powietrza jest głównym czynnikiem rozkładu mineralnych cząstek gleby i czyni je rozpuszczalnemi. Alkalia w tych ostatnich zawarte, wraz z amoniakiem, tworzącym się w ziemi, zostają związane z kwasami organicznymi czyli humusem i przez nie przytrzymane t. j. zaabsorbowane. Połączenia te jednak nie są stałe: część ich organiczna utlenia się, wydzielając kwas węglowy, nieorganiczna zaś służy wraz z amoniakiem (który przechodzi w formę soli kwasu azotowego) za pożywienie korzeniom roślin. Kwas węglowy zatem uruchamia pożywienie mineralne ze składników gleby, a humus je przytrzymuje i udziela roślinom w miarę rozkładu.

Ostatecznie więc, gdyby nie działanie próchnicy, korzenie roślin małoby znajdowały użytecznego pożywienia w glebie; dlatego też wyjałowienie gruntu i stąd następująca nieurodzajność, spowodowana zbieraniem plonów bez użycia obornika, tkwi głównie w wyczerpaniu zasobu próchnicy w glebie. Wyrażenie: «stara siła», «kultura gruntu», odnosi się głównie do zapasu próchnicy, bez której zasobna nawet mineralnie ziemia byłaby jałową, czyli, jak mówią rolnicy, martwą. Uprawa mechaniczna roli ma głównie na celu regulowanie fermentów i fermentacyi, jaka się odbywa w substancyi organicznej, zawartej w glebie,

aby tym sposobem uruchomić mineralne zasoby ziemi. To jest może powodem, że wielu empirycznych zasad uprawy mechanicznej nie możemy obecnie sobie wytłómaczyć, opierając się jedynie na zasadach chemiczno-fizycznych; powinniśmy zatem szukać ich wytłómaczenia w zjawiskach życiowych, odbywających się w ziemi.

URYWKI Z WYKŁADÓW

O MECHANICZNEJ UPRAWIE ROLI.

WSTĘP.

Chcąc, aby gleba — chociażby, najlepsza i w miarę ubywających składników najpilniej w tym stanie utrzymywana — stała się odpowiednią dla wzrostu roślin gospodarskich, należy ją odpowiednio przygotować mechanicznie. Dzikie rośliny nie potrzebują tego niezbędnie, uprawne zaś, jako produkt kultury, są zbyt do tego przyzwyczajone. Pomiędzy czynnościami uprawy mechanicznej są wprawdzie takie, które uskuteczniają się jednakowo, bez względu na naturę gruntu; znaczną jest jednak ilość takich, i to najważniejszych, których sposób wykonania pozostaje w ścisłej zależności od natury gleby, to jest od tworzących ją materyałów; tą drogą usiłujemy poprawić wady pierwotnego składu gleby. Podobnie za pomocą stosowania pewnych melioracyi, np. osuszenia, staramy się usunąć wady gleby, wynikające z nieodpowiedniego stosunku tworzących ją składników.

Wszelkie więc czynności, tyczące się uprawy gleby, pomieścić możemy w trzech działach:

1) Uprawa mechaniczna.
2) Nawożenie składnikami gleby.
3) Odnośne meljoracye.

Przez uprawę mechaniczną więc, nawożenie próchnicą, marglem lub wapnem, meljoracye, jak np. osuszenie, poprawiamy działalność gleby a przez to wyzyskujemy rolę na korzyść zebranych plonów; są to wszystko środki zmniejszające jej zasobność. Po za tem dopiero przychodzą czynności właściwego nawożenia, czyli wzbogacania roli w składniki pożywienia.

Rolnik powinien dbać zarówno o dobry stan gleby, jak i o zamożność roli; od zadosyć uczynienia tym dwom warunkom zależy pomyślność i trwałość rezultatów. Pomimo tej, tak jasnej pozornie zasady, napotykamy nieraz i w teoryi i w praktyce przeciwko niej ważne uchybienia. Często przeważa jednostronny kierunek w uprawie i przyznać trzeba, że w praktyce rzadko się napotyka równowagę w tym względzie, a zresztą utrzymać takową jest rzeczą dosyć trudną. Dla usprawiedliwienia niechaj posłużą następujące przykłady.

Zwrócimy się najprzód do czasów dawniejszych. W pierwszych dziesiątkach bieżącego stulecia panowało ogólne przekonanie, że urodzajność roli zależy od ilości zawartej w niej próchnicy; uważano tę ostatnią za pokarm roślinny. Wynikiem tego przekonania była zasada koniecznego zwrotu substancyi organicznej, w obawie wyjałowienia ziemi. Była to tak zwana teorya humusowa. Jasną jest rzeczą, że przy ówczesnych wiadomościach naukowych, pogląd taki mógł wydawać się słusznym; o znaczeniu składników mineralnych w żywieniu się roślin mało co wiedziano. Jeszcze w roku 1838 panowało przekonanie, że «liczba substancyi mineralnych, mających wyraźny wpływ na wzrost roślin, jest bardzo ograniczoną, gdyż tu należałoby zaledwie zaliczyć: wodotlenek, siarkan i węglan wapniowy a może niektóre sole alkaliczne. Działanie próchnicy, a także i wapna, było bardzo widoczne w praktyce, te składniki więc wydawały się jedynymi, a zatem głównymi środkami, podnoszącymi urodzajność roli. Wyłączne użycie próchnicy i wapna, będących, jak to obecnie wiemy, jedynie tylko składnikami gleby,

musiało się okazać zbiegiem czasu niewystarczającem dla utrzymania urodzajności roli, a nawet przesadzone ich stosowanie stało się wprost szkodliwem. To ostatnie miało miejsce co do wapna i w tym to czasie otrzymano rezultaty, które się sformułowały w powstałem wówczas przysłowiu, «wapno bogaci ojców, a uboży synów». Co się tyczy próchnicy, zupełnie fałszywy pogląd teoretyczny na jej znaczenie nie uwydatnił się w praktyce tak jaskrawo, jak to miało miejsce z wapnem; obornik bowiem, który był i wówczas także dla praktyki głównem źródłem próchnicy, zawiera mineralne składniki pożywienia roślinnego, chociaż nie brano ich w rachubę. Dzięki więc tylko tej okoliczności, że próchnica nie była używana w stanie czystym, jak to miało miejsce z wapnem, jednostronne jej działanie zostało zamaskowane. Pomimo to, pod względem wartości i znaczenia próchnicy nastąpił także zwrot w pojęciach, przejawiający się w tak zwanej teoryi mineralnej żywienia się roślin. Teorya ta formułowała się w tych słowach: pożywienie wszystkich roślin, zawierających zieleń, może być tylko mineralne; z substancyi organicznej korzystają tylko rośliny bez chlorofilu. Za dowód tego posłużyły licznie powtarzane doświadczenia wychodowywania roślin w wodzie lub piasku, przy dodatku odpowiednich soli mineralnych. Jakkolwiek zasada ta teoretycznie była zupełnie słuszną, stronnicy jej jednak posunęli się zadaleko w wyprowadzaniu z niej wniosków dla praktyki. Najprzód żądali bezwzględnego zwrotu mineralnych składników, wyprowadzonych w plonach, grożąc wyczerpaniem się ziemi; następnie upatrywali możliwość prowadzenia gospodarstwa opartego na wyłącznem użyciu nawozów mineralnych, żadnej nawet wartości nieprzypisując próchnicy. Podobnie jak jednostronną była teorya humusowa i nawożenie roli oparte na użyciu próchnicy oraz wapna i na wyłącznie pobudzającem ich działaniu, co musiało prowadzić do wyczerpania roli, tak samo tutaj znowu, przy wyłącznem użyciu nawozów mineralnych, znaczenie gleby schodziło na plan drugi i, pomimo wzbogacenia gruntu mineralnymi

składnikami pożywienia, rola stawać się musiała mniej urodzajną. Praktycy też podejrzliwie patrzyli na wartość praktycznego zastosowania teoryi mineralnej; przekonania ich ostatecznie zwyciężyły, a przez długoletnią praktykę utrwalone użycie obornika pozostało i nadal podstawą nawożenia. Nie stało się to dlatego, że teorya mineralna jest fałszywą, ale skutkiem tej okoliczności, że w oborniku znajduje się zarówno ważny składnik gleby t. j. próchnica, jak i mineralne pożywienie roślinne. Obecnie najgorliwsi nawet teoretycy oddają pierwszeństwo temu naturalnemu nawozowi. Bezwątpienia, możnaby osiągać trwałe i wysokie plony zbóż bez pomocy obornika, używając tylko dobrej próchnicy i dodatków mineralnych. O dobrą próchnicę jednak nie tak łatwo i wogóle taki system gospodarstwa stałby się nieodpowiednim z przyczyny jego kosztowności.

W swoim czasie również rozgłośnym był system uprawy bez użycia nawozów, oparty na wyłącznem stosowaniu uprawy mechanicznej; rzecz jasna wszakże, że tak jednostronna uprawa roli szybko musiała wykazać słabe swoje strony.

Z minionych więc czasów mamy przykłady trzech głównych kierunków jednostronności w poglądach na zasady uprawy:

1) Uprawa mechaniczna z zaniedbaniem dowożenia składników gleby i składnikow pożywienia.

2) Wyłączne dowożenie składników gleby (próchnicy i wapna) i stosowanie uprawy mechanicznej, obok zaniedbania dowożenia składników pożywienia (okres teoryi humusowej).

3) Dowożenie mineralnych składników pożywienia i uprawa mechaniczna, a zaniedbanie dostarczania składników gleby, głównie próchnicy (okres fałszywych wniosków z teoryi mineralnej).

Dzisiejsze czasy nazwać by można czwartym okresem, w którym należy dbać zarówno o dostarczanie składników gleby (próchnicy i wapna) jak i o jej uprawę mechaniczną i dowożenie pożywienia roślinnego.

Pomimo jednak, iż obecnie dobrze już rozumiemy potrzeby roli i właściwe kierunki, jakie jej uprawie nadać należy, w praktyce jednak, jak już wspominaliśmy, rzadko kiedy spotkać się można z jednostajnością we wszystkich działach uprawy roli, chociażby w granicach możliwości; natomiast często widzimy jednostronność pochodzącą z przewagi jednego kierunku, obok współczesnego zaniedbania drugich.

Pierwszy przykład jednostronnego kierunku uprawy widzimy najczęściej na gruntach włościańskich. Tutaj uprawa mechaniczna, dokonywana zarówno sprzężajem, jak i ręcznie, stanowi czynność podstawową uprawy roli; użycie nawozów pozostaje stosunkowo znacznie w tyle, dopełnianie zaś składników gleby jest całkowicie zaniedbane. Posiadanie zapasu nawozu wymaga kapitału (którego tu niema, albo który idzie na kupno nowej ziemi), a brak ten włościanie starają się dopełnić w roli pracą osobistą, którą dysponują w znacznej mierze. Do niedostatku nawozu przyczynia się także mała ilość uprawianych roślin pastewnych, z powodu rozparcelowania gruntu, a jeszcze więcej skutkiem zwykłej szachownicy.

Przytem nawóz wyzyskuje się w znacznym stosunku uprawą kartofli, przez co odczuwać się musi brak słomy. Wobec małej ilości nawozu, stosowanego przeciętnie na $^1/_{10}$—$^1/_{12}$ ogólnej przestrzeni ornej, tylko dzięki subtelnym czynnościom uprawy mechanicznej można jeszcze sprzątać jakie takie plony zboża. Natychmiastowe podorywki ściernisk, prawie ręczna uprawa kartofli, orka w zagony, ściągająca warstwę rodzajną na węższe paski ziemi, zajmujące mniejszą przestrzeń, aniżeli cała powierzchnia przez rolę poprzednio zajęta, a przez to pogrubienie warstwy rodzajnej próchniczej — oto główne środki, pozwalające na wyzyskanie zasobów ziemi do ostatecznie możliwych granic. Wyzyskiwanie ziemi i nawozu jest tu bezporównania większe, aniżeli w gospodarstwach folwarcznych, produkcya jednak niższa, szczególniej jeżeli się weźmie pod uwagę środki tu zużytkowywane. Gospodarstwa włościań-

skie u nas, na średnich ziemiach, są zatem przykładem jednostronnej uprawy gruntu w kierunku uprawy mechanicznej i przypominają pierwotne stadyum rozwoju uprawy roli.

Gospodarstwa folwarczne błądzą najczęściej odwrotnym w uprawie stosunkiem: nawozy bywają niedostatecznie wyzyskiwane, z powodu niedosyć dokładnej uprawy mechanicznej. Tu więc uprawa posiada jednostronny kierunek nawozowy, chociaż to nie znaczy, aby nawozu była zawsze obfitość; zwiększoną ilością nawozu usiłujemy dopełnić braki uprawy mechanicznej. Przyczyny tego są także rozmaite. Najprzód w warunkach folwarcznych uprawa mechaniczna wymaga właśnie najwięcej kapitału, dobrego inwentarza pociągowego, którego przeżywienie kosztuje, dobrych narzędzi rolniczych i należytego ich utrzymania, a co najdroższe, najmu do obróbki pola. Nadto pola nawiezione bywają zaniedbywane pod względem uprawy mechanicznej, najczęściej z powodu zajęcia sprzężaju na polach odleglejszych, słabo lub wcale nienawożonych. W końcu sama uprawa mechaniczna wymaga pilnego dozoru i znajomości rzeczy, czego właściciel często osobiście udzielić nie może, a skutkiem tego ten tak ważny dział uprawy pozostaje na opiece talentu, rozumu i sumienia karbowego lub urzędnika gospodarczego niższego stopnia. To też na gruntach włościańskich nie spotykamy, jak tu, niepodoranych ściernisk, przerastających perzem, zieleniejących się jak łąka uprawek, szerokich i nierozkruszonych skib i późnej «adwentowej» orki.

Lecz nawet pomimo odpowiedniego użycia nawozu i stosowania właściwej uprawy mechanicznej, uprawa roli może być w ogóle niezadawalniającą, skutkiem zaniedbania jednego jej działu. Mamy tu na myśli obowiązek dowożenia składników gleby, próchnicy i wapna. Gruntom piasczystym niemożna powierzać znacznej ilości pożywienia roślinnego, chociażby w postaci obornika, najprzód, że są za suche, następnie zaś, iż za słabo absorbują; z natury więc rzeczy używa się tu mniejsza ilość nawozu,

a tem samem mniejsza ilość próchnicy dostaje się ziemi. Tymczasem ten składnik gleby tu właśnie jest szczególnie potrzebny, a przytem przez rozkład ubywa tu szybciej niż gdzieindziej. Trzeba się więc starać, aby go więcej dostarczyć, aniżeli się to daje zrobić za pomocą obornika; cel ten najłatwiej osiągnąć przez użycie nawozów zielonych, które obecnie słusznie znajdują coraz szersze zastosowanie. Oprócz gruntów piaszczystych, niektóre suche gliny, n. p. w pewnych razach löss, jak również suche grunty mocno wapienne, wymagają, obok użycia obornika, stałego posiewu roślin na nawóz zielony, w celu utrzymania lub podniesienia w nich zapasu próchnicy, inaczej bowiem nie wyjdzie się po za pewną, nizką normę plonów.

Do jednostronnego kierunku uprawy roli prowadzi również niedostarczanie gruntowi węglanu wapniowego tam, gdzie się okazuje brak tego składnika gleby. Wypadek ten widzimy właśnie na ziemiach z natury lepszych, niż poprzednie. Znamy bardzo liczne przykłady gospodarstw, które niemogą podnieść swej produkcyi, pomimo systematycznego użycia obornika i pilnej uprawy mechanicznej. W tych razach rolnicy mordują się, że się tak wyrazimy, z zimną, chemicznie oporną ziemią, używają naraz nadmiernej ilości obornika, skutkiem czego ogólnie nawożą małą przestrzeń. Tutaj staje się widoczną szkodliwość każdego, bardzo nieznacznego nawet nadmiaru wody, ponieważ temperatura i tak nieczynnej ziemi z tego powodu obniża się; wskutek tego zmuszeni do ciągłej, niepotrzebnej w zasadzie walki z wilgocią, szukać muszą sposobów wystawiania takiej ziemi na jak najczęstsze działanie ciepła i powietrza. Stąd uciążliwe zagony, składy i redliny. Wszystko to jest wynikiem zaniedbania tej części uprawy roli, która wymaga dowożenia brakującego wapna, jako niezbędnego składnika gleby. Z tym wypadkiem jednostronności w uprawie spotykamy się bardzo często, gdyż grunty bezwapienne stanowią u nas może połowę przestrzeni Królestwa.

Cztery powyżej wymienione wypadki t. j. 1) zanie-

dbanie nawożenia; 2) zaniedbanie uprawy mechanicznej; 3) zaniedbanie w dostarczaniu próchnicy; 4) zaniedbanie wapnowania — spotykają się najczęściej i to na większych przestrzeniach.

Możemy jednak przytoczyć i inne jeszcze przykłady nierównowagi w pojedyńczych działach uprawy roli.

Niejeden rolnik na mokrych kawałkach swoich pól traci znaczną ilość nawozu, usiłując taką wadliwą glebę zmusić do urodzajności użyciem wielkiej ilości obornika. Przyczyną wadliwości takiego gruntu bywa najczęściej nadmiar gliny resp. miału, a więc nieprawidłowy stosunek składników gleby. Stosunek ten zmienić, t. j. wadę usunąć przez dowiezienie piasku, jest rzeczą praktycznie niemożliwą; posiadamy jednak do tego inne środki, sztucznie osuszające i prowadzące do podobnego celu. Zastosowaniem takowych wchodzimy na prawidłową drogę uprawy roli, a wtenczas zwykłe ilości nawozu wystarczą do otrzymania pożądanego plonu. Użyteczność osuszenia była nawet do tego stopnia przecenianą, czy też reklamowaną, że wobec niej zdawało się jakoby możliwem prowadzenie uprawy roli, jeżeli nie zupełnie bez nawozu, to przynajmniej przy zmniejszeniu użycia jego do możliwie nizkiej normy. Był to pogląd jednostronny. Zapomniano tu o tak jasnej rzeczy, że osuszenie wpływa wyłącznie na poprawienie natury samej gleby, nie pociągając za sobą zwiększenia zapasu żywności, zawartego w roli.

W niektórych gospodarstwach stosowanem jest kompostowanie nawozu; obornik przy tem mineralizuje się, zawiera związki łatwiej przyswajalne, działa więc silniej, ale też i króciej. Obok tego jednak, przy kompostowaniu traci się substancyę organiczną, a przy użyciu kompostowanego obornika ilość próchnicy w gruncie zmniejsza się kosztem utraty dobrych własności gleby. Wprawdzie użyte przy kompostowaniu torfy i próchnice łąkowe mają wynagradzać powyższy ubytek, nie zawsze to jednak ma miejsce, gdyż niektóre substancye torfiaste odznaczają się nadzwyczaj trudnem rozkładaniem się, a nawet znaczna

ich ilość nie równoważy mniejszej wprawdzie, ale łatwiej rozkładającej się substancyi organicznej, zawartej w oborniku.

Znajomość pojedyńczych działów uprawy roli t. j. umiejętność użycia i stosowania nawozów właściwych, dalej dowożenie składników gleby, wreszcie uprawa mechaniczna, nie przedstawiają dla rolnika w praktyce niezwalczonych trudności. Rezultat jednak prawdziwie dokładnej znajomości tych czynności, powinien ostatecznie się przejawiać w bezporównania trudniejszej, tak prowadzonej uprawie roli, aby każdy jej dział był w możliwych granicach równo traktowany i pielęgnowany, jednem słowem aby utrzymać tu możliwą równomierność, niepopadając w kierunek jednostronny. Chcąc to osiągnąć, należy mieć ciągle w pamięci, że utrzymanie składników gleby we właściwym stosunku jest zarówno ważnem, jak i przygotowanie jej mechaniczne, tudzież dostarczanie roli składników pożywienia roślinnego. Od wypełnienia tych warunków zależy pomyślność rezultatów, wynikająca z właściwej uprawy roli.

Zadania i cele mechanicznej uprawy.

Zadania mechanicznej uprawy można rozdzielić w następujący sposób:

I. Zmniejszenie spoistości ziemi, wymagane przez korzenie uprawianych roślin i zmiana fizycznych własności, dążąca do regulowania stosunku roli względem wody i powietrza, zwać to będziemy rozpulchnieniem.

II. Niszczenie chwastów.

III. Przyorywanie i rozmieszanie w glebie obornika, substancyi roślinnych innych nawozów, celem przygotowania z nich pożywienia roślinnego.

Przyłącza się do tych zadań niekiedy pogrubienie rodzajnej warstwy.

Zdążając do wykonania tych zadań, nadaje się roli pewną powierzchowną formę, a więc płaską lub składów, a jeśli chodzi o usunięcie nadmiaru wilgoci, formę zagonów lub redlin.

Rozpulchnienie roli. — Pierwszem zadaniem uprawy mechanicznej jest rozpulchnienie roli; dlaczego ono jest potrzebne, o tem później będzie mowa, przedewszystkiem bowiem musimy poznać, co jest rozpulchnienie i jakie być powinno, aby warunkom dobrej uprawy odpowiadało.

Gleba złożoną jest z kilku składników, pomiędzy którymi piasek kwarcowy różnej zresztą wielkości, zwykle przeważa. Piaszczysta wyłącznie gleba nie posiadałaby

żadnej spójności, tę ostatnią własność nadaje jej dodatek większej lub mniejszej ilości gliny; im więcej jest tego składnika, tem jest rola zwięźlejszą. Oprócz gliny także inne składniki mogą się przyczyniać do zlepienia cząstek piasku, jakkolwiek w znacznie mniejszym stopniu, mianowicie próchnica, wapno i związki żelaza. Jeżeli piasek zlepiony gliną, czyli ziemia piaszczysto-gliniasta pod wpływem czynników zewnętrznych naprzemian wysycha i znowu wilgotnieje, lub jeżeli marznie i rozmarza, natenczas układ (struktura) jej jednolity, jednostajnie zlepiony, zmienia się. Przez kurczenie się i rozszerzanie ziemi tworzą się w niej rysy poziome i pionowe tak, że w rezultacie nie jest ona jednolicie spojoną, lecz złożoną z gruzełków w sobie jednolicie spojonych, a mniej silnie pomiędzy sobą. Przestwory między cząstkami ziemi w samych gruzełkach są mniejsze, a przestwory między pojedynczymi gruzełkami, czyli rysy, są większe. Jeżeli taką ziemię weźmiemy na dłoń i lekko rozetrzemy, rozleci się na pojedyncze gruzełki; gdybyśmy je mocno tarli, to rozetrzemy i same gruzełki, a zawarte w nich cząstki stracą spójnię, przez co otrzymamy miałką, zupełnie rozpyloną ziemię.

W ziemi gruzełkowatej mamy, jak wspomniałem, dwa rodzaje przestworów (przestrzeni): małe międzycząsteczkowe w gruzełkach, duże pomiędzy gruzełkami, a w ziemi rozpylonej tylko przestwory międzycząstkowe. Okoliczność ta jest niesłychanie ważną, gdyż struktura roli jest w stanie wywierać niezmiernie silny wpływ na jej fizyczne, a przez to i chemiczne zachowanie się.

Jak naturalne czynniki, o których mówiłem, z pierwotnej jednostajnie zlepionej masy, wytwarzają strukturę gruzełkowatą, a nawet wytworzyć mogą napowrót jednostajną lub pylastą (woda stojąca długo, silny deszcz na powierzchni roli, silne wiatry i t. p.), tak też i rolnik przez czynności mechanicznej uprawy, może wytworzyć jeden lub drugi rodzaj struktury.

Ostatnie wyrażenie «wytworzyć może» jest może niedokładne. Prawda, że rolnik może zniszczyć strukturę

gruzełkowatą i zamienić ją na jednolitą pylastą, ale w naturze nie spotyka się nigdy z ziemią, którąby już pod wpływem czynników naturalnych nie posiadała struktury do pewnego stopnia gruzełkowatej. Rolnik tę naturalną strukturę udoskonala.

W roli nieoranej są także gruzełki, ale przestwory między nimi są małe, niewiele się różniące od przestworów między cząsteczkami w samych gruzełkach.

Jeżeli taką rolę orzemy, wtedy skiba się rozsypuje zrazu na większe gruzły, które pod wpływem działania czynników zewnętrznych, później pękają i rozsypują się na drobniejsze; gdy drugi raz przeorzemy, skiba na drobniejsze gruzły kruszyć się będzie, niż po pierwszej orce i tak dalej. Dopomagamy w tym wypadku naturalnym czynnikom, przez kruszenie skiby pługiem powiększamy bowiem przestrzenie międzygruzełkowe. Rolnik jednak nigdy nie wytwarza przez samą tylko uprawę mechaniczną struktury gruzełkowatej, ale nabywa ją piasek zlepiony gliną, skoro działają nań powyższe czynniki zewnętrzne. Że tak jest, mamy liczne dowody. Przedewszystkiem struktura gruzełkowata nie jest własnością samej tylko warstwy ornej, tylko w glebie występuje daleko wyraźniej niż w podglebiu. Kto miał sposobność przyglądać się pogłębieniu roli, mógł łatwo zauważyć, że podglebie nigdy pługiem nie ruszane, posiada wyraźną gruzełkowatą strukturę. Jest ona mniej wyraźną i sztucznie nie wyrobioną, tak, że po kruszeniu się w skibie, odróżniać można pierwotną warstwę orną od wyoranego podglebia, chociażby one były jednakowego koloru. Ziemia na nowinach, na łąkach (lecz nie mokrych) wyraźną strukturę gruzełkowatą okazuje. Na pastwiskach struktura gruzelkowata zatraca się silniej z powodu udeptywania, podobnie się dzieje na ugorach, jeżeli się na nich pasie, szczególniej owce; podobnie rola najlepiej uprawna, zamoczona, strukturę utraci. Jednem słowem, wszelkie warstwy ziemi, piasczysto-gliniastej, będące przy powierzchni ziemi, a przez to wystawione na kurczenie się i rozszerzenie, z powodu różnego

stopnia wilgotności lub temperatury, pękają w różnych kierunkach, a rysy stąd powstałe wytwarzają gruzełkowatą strukturę. Ziemia z rowów wyrzucona i boki rowów wystawione na działanie czynników zewnętrznych, nabierają struktury gruzełkowatej.

Im gruzełki są do pewnego stopnia drobniejsze, tem rola jest lepszą pod względem struktury — sypką, kruchą jak mówią — a ideałem tego stanu jest ziemia ogrodowa. Rolnik przy pomocy uprawy mechanicznej udoskonala gruzełkowatą strukturę roli, działając wprost i dopomagając działaniu naturalnych czynników.

Przez orkę skiba rozkrusza się a gruzełkowatość powiększa, działanie to jest bezpośrednie; gruzły wytworzone przez orkę są grube, t. j. są zlepkami większej ilości drobnych. Jeżeli jednak taka rola w skibach zostanie wystawiona na działanie mrozu, natenczas grubsze części rozpadną się na drobniejsze i powstawać będą do pewnej granicy coraz drobniejsze gruzełki i skiba dojdzie do dobrej struktury. Silne i bardzo korzystne działanie mrozu, znanem jest praktycznym rolnikom. Jednakże i letnią porą korzystać można i należy z działania czynności zewnętrznych, na wydoskonalenie struktury gruzełkowatej. Jeżeli w lecie rolę zorzemy, skiby jej naprzemian wysychać, lub od deszczu wilgnąć będą; te zmiany mniej silnie niż mróz, ale bardzo widocznie działają na rozkruszanie skiby i two rzenie w niej drobniejszych gruzełek. Gdybyśmy rolę powlekli bronami, to ona trudniej wysychać będzie, rozkład nawozu, fermentacya i wschodzenie chwastów przy stalszej i większej wilgotności będzie silniejsze, ale gruzełkowata jej struktura nie będzie się poprawiała, bo nie będzie naprzemian wilgnąć i wysychać. Rolę więc, która nie jest kruchą i nie sypie się za pługiem, nie posiada dostatecznie drobnej struktury gruzełkowatej, nie należy zaraz włóczyć, lecz do pewnego czasu w surowych skibach pozostawić.

Gruzełkowata struktura roli raz dobrze wyrobiona, nie łatwo ginie w jej warstwach głębszych, przeciwnie zaś

łatwo przy samej powierzchni roli. Są tego dwa powody główne: deszcz ulewny rozbija gruzełki ziemi i zlepia je pomiędzy sobą — następnie przy czynnościach mechanicznej uprawy, rozproszkowanie roli w warstwach głębszych jest trudne, natomiast łatwe na jej powierzchni, przez nadmierne użycie bron, walca i t. p.

Strukturę gruzełkowatą ziemi zepsuć można zupełnie w warstwach głębszych orką roli mokrej, częściowo także przy orce roli zbyt suchej. Stojąca przez długi czas woda, strukturę także zniszczyć może.

Struktura gruzełkowata, jak wspomniałem, jest właściwością roli utworzonej z piasku, związanego pewnym procentem gliny. Ziemie zupełnie piasczyste do struktury gruzełkowatej dojść nie mogą, bo za mało posiadają lepiszcza, utrzymującego pojedyncze gruzełki. Z drugiej zaś strony, role mało piasku zawierające, a przeważnie tylko glinę, niezmiernie trudno nabywają gruzełkowatą strukturę i bardzo łatwo ją tracą, gruzełki z powrotem się zlepiają, tworząc większe bryłki. W polach piasczystych, struktura gruzełkowata jest niepotrzebna, bo te ziemie posiadają dostatecznie duże przestrzenie między cząsteczkami; inaczej w ziemiach gliniastych; lecz w tych tylko silny dodatek próchnicy, a szczególniej węglanu wapniowego, jest w możności ułatwić gruzełkowatość i ten stan struktury utrwalić. Ziemie więc o jednostajnym składzie, zbyt piasczyste, lub zbyt gliniaste struktury nabyć łatwo nie mogą, do uprawy najodpowiedniejsze są ziemie średnie, odznaczające się właściwością gruzełkowatej struktury. Pierwszym też warunkiem dobrego rozpulchnienia roli jest doprowadzenie jej struktury do stanu gruzełkowatego. Drugim niezbędnym warunkiem dobrego rozpulchnienia roli jest to, aby rola była zwartą, czyli żeby dziur nie było, ani w skibach, ani pod niemi, to jest, aby wszędzie ziemia do siebie przylegała. Dziwną doprawdy jest rzeczą, że w nielicznych wprawdzie pracach o uprawie roli, autorzy rozpisują się szeroko o strukturze ziemi, jako o niezbędnym warunku dobrej uprawy, natomiast o drugim wa-

runku t. j. zwarciu, tylko wzmianki spotykamy. Tymczasem w praktyce wady uprawy, odnoszące się do rozpulchnienia, dziesięć razy częściej dotyczą złego zwarcia roli, aniżeli złego stanu jej struktury, a nieurodzaj zbóż, również częściej ma swą przyczynę w złem zwarciu, niż w złej strukturze. Przykładem wyjaśnię obydwa warunki dobrego rozpulchnienia, to jest strukturę gruzełkowatą i zwarcie:

N. p. na polu, rosła gęsta, czerwona koniczyna, to koniczysko ma być uprawione pod pszenicę. Rola po takiej koniczynie, jeżeli jest zaraz oraną po sprzęcie i niezbyt suchą, znajduje się w doskonałym stanie fizycznym. Próbójmy orać; skiba nie będzie się tak rozsypywać, jakby powinna, odpowiednio do swej dobrej struktury, bo powierzchowna warstewka roli wiąże niejako skibę. Jeżeli zorzemy, to skiby nie rozkruszą się tak, jakbyśmy się tego spodziewać mogli, ale w kilkanaście dni na powierzchni swej rozsypią się i rola doskonale powierzchownie wyglądać będzie. Strukturze tej roli nikt nic nie będzie mógł zarzucić. Tymczasem pszenica na niej zasiana w połowie przepadnie w jesieni, ponieważ w niej były dziury pod skibami. Tu więc pomimo doskonałej struktury w górnej warstwie, rola była źle uprawna, bo nie czyniła zadosyć drugiemu warunkowi dobrej uprawy — nie była zwartą. Gdybyśmy powyższe koniczysko poorali pługami z podrzynaczami, wada niedostatecznego rozkruszenia byłaby zmniejszoną. Skiba doskonaleby się kruszyła, rola odrazu przybrałaby świetny wygląd, część pszenicy przepadłaby jednakże, szczególniej jeżeliby podrzynacze za głęboko zrzynały i tym sposobem dostateczne zwarcie utrudniły. Gdybyśmy jednakże koniczysko, o którem mówimy, uprawili powierzchownie płytką orką, albo przy pomocy radeł lub drapaczy i dopiero później zorali — wtedy skiby tak się będą rozsypywały, że wypełnią ziemię bruzdy, a rola po osiednięciu się będzie zwarta i warunkom rozpulchnienia zadosyć uczyni. Złe zwarcie, jak już wspomniałem, daleko częściej jest powodem nieuro-

dzaju, niż zły stan struktury roli, bo się częściej w praktyce spotyka.

Brak zwartości w roli, może być dwojakiego rodzaju. Albo w samych skibach znajdujemy duże dziury, albo też pod skibami, mogą być także jedne i drugie. Jeżeli orzemy rolę zwięzłą w stanie suchym, natenczas skiba nie będzie się drobno kruszyła, lecz na duże kawały i bryły, które w skibach dziury potworzą. Ziemia nawet lżejsza, lecz bardzo zbita po ugorowaniu lub kilkoletniem pastwisku, także zwartą nie będzie w skibach. Lecz i rola w stanie kruchym nawet będąca, może nie być zwartą w skibach po orce, jeżeli podorano zadarnioną, a przeorujemy ją głębiej, gdy darń jeszcze nie zupełnie zgniła. Częstszem i gorszem jest niedoleganie skib spodem, i powstałe stąd dziury pod skibami, powodem tego jest zwykle związana korzeniami powierzchnia roli. Brak zwięzłości w skibach, daleko prędzej pod wpływem czynników zewnętrznych (deszczu) i osadzania się roli ginie. Dziury na spodzie orki pod skibami będące, trwają bardzo długo i mogą przetrwać parę lat.

Cele rozpulchnienia roli. — Poznaliśmy co to jest rozpulchnienie roli, a teraz zastanowić się musimy, jakie są cele rozpulchnienia i co przez nie osiągnąć zamierzamy.

Przedewszystkiem celem rozpulchnienia roli jest zmniejszenie jej spoistości dla ułatwienia wrastania w nią korzeni uprawianych roślin, do czego przez kulturę są przyzwyczajone. Wymagania pojedynczych roślin są pod tym względem bardzo różne. Omówienie tych wymagań należy do nauki o uprawie szczegółowej roślin, teraz więc tylko z ogólnego punktu widzenia poruszę tę kwestyę.

Jeżeli porównamy spoistość roli gliniastej, w stanie uprawnym, we właściwym stopniu rozpulchnionej, na której owies dobrze rośnie, ze ziemią piasczystą w stanie naturalnym, nieuprawnionym, to przekonać się musimy, że spoistość tej ostatniej jest jeszcze mniejszą, niż pierwszej.

Z tego wynika, że rozpulchnienie w celu powyższym ziemi piasczystej, niema takiego znaczenia, jakie ma na ziemi gliniastej, a przy jej uprawie miewamy na oku w wyższym stopniu inne cele, jak niszczenie chwastów lub wymieszanie pożywienia w całej warstwie ornej. Na ziemiach piasczystych, rozpulchnienie jest nieraz tylko środkiem dla osiągnięcia innych celów, na ziemiach zwięzłych jest ono jako takie potrzebnem. Lecz tu przychodzi jedna ważna okoliczność, na którą należy zwracać uwagę.

Środki i sposoby, których używamy w celu rozpulchnienia roli są tego rodzaju, że przez nie nie osiągamy rozpulchnienia odpowiadającego potrzebom roślin, jest ono zwykle zbyt silne. Dopiero po pewnym czasie, gdy rola się już uleży, przychodzi stan właściwego rozpulchnienia dla uprawnych roślin, bo poprzednie było za silne. Śmiało powiedzieć można, że w praktyce daleko częściej błądzimy, siejąc rośliny na roli zbytecznie rozpulchnionej, niż na roli za mało rozpulchnionej. Myli się ten, kto sądzi, że robi roślinom przysługę silnem rozpulchnieniem roli, bo ono jest nieraz tylko złem koniecznem dla uzyskania innych celów. Częściej powinien rolnik stawiać sobie pytanie, czy dana roślina zniesie takie rozpulchnienie, aniżeli czy potrzebuje takiego rozpulchnienia. Przyczyny szkodliwości zbytecznego rozpulchnienia mogą być rozmaite, głównie jednak szkodzi następujące osadzanie się roli — tak, że zamiast pytania, czy znosi silne rozpulchnienie, możnaby raczej powiedzieć, czy znosi osadzanie się roli.

Możemy być w tem położeniu, że dla osiągnięcia dostatecznej przewiewności roli, n. p. na rolach bezwapiennych, zmuszani bylibyśmy tak silnie rozpulchniać rolę, że stan taki byłby nieznośnym dla uprawianych roślin.

Przy rozpulchnianiu roli nie należy przesadzać, lecz utrzymać je w pewnej mierze, odpowiedniej wymaganiom roślin.

Drugim celem rozpulchniania roli jest regulowanie jej fizycznego stanu, głównie zaś stosunku do wody i po-

wietrza, co wywiera wpływ bezpośredni na chemiczne procesy odbywające się w glebie.

Podstawowe tutaj zasady są następujące:

1. Im drobniejsze są przestwory międzycząstkowe roli, tem silniejsza będzie jej pojemność względem wody, a ewentualnie ziemia wilgotniejszą będzie.

2. Im drobniejsze przestwory, tem trudniej woda będzie przesiąkała.

3. Im drobniejsze przestwory, tem bardziej kapilarną jest rola, a woda z jej powierzchni łatwiej parować może.

4. Im więcej stosunkowo w roli wody, tem mniej powietrza.

5. Im więcej w roli wody, tem trudniej się rozgrzewa.

Opierając się na powyższych zasadach, możemy do pewnego stopnia przewidzieć wpływ pojedynczych czynności mechanicznej uprawy na stan wilgotności i przewiewności roli, o ile w pojedynczym wypadku te stosunki zbytecznie się nie skomplikują.

Jeżeli rola posiada strukturę rozpyloną lub jest zbytnio zsiadłą, t. j. o strukturze gruzełkowatej, bardzo słabo zachowanej, natenczas będzie przytrzymywać dużą ilość wody, będzie wilgotną a nawet mokrą. Woda przez nią z trudnością będzie przesiąkać i pomimo silnego parowania z powierzchni, rola będzie wilgotną. Ziemia będzie zawierała mało powietrza, a wobec obfitości w niej wody, będzie się trudno rozgrzewać — będzie zimną.

Jeżeli poprawimy strukturę tej roli, przez utworzenie przestrzeni większych pomiędzy gruzełkami, natenczas taka rola nabierze własności fizycznych, przeciwnych do pewnego stopnia niż powyższa ziemia, o strukturze ubitej, stanie się suchszą, łatwiej przepuszczalną, mniej kapilarną, przewiewniejszą i cieplejszą.

Na tem polega ważny wpływ struktury roli.

Teraz należy zastanowić się nad wpływem rozpulchnienia takiego, jakie osiągamy w praktyce przy uprawie.

Jeżeli rolę podług zasad, poprzednio omówionych, prawidłowo zorzemy, rozpulchnienie takie jest silniejsze,

aniżeliby tego wymagała normalna struktura gruzełkowata. Tu bowiem i gruzełki oddzielone i całe ich zlepki oddzielone są przestworami bardzo dużymi. Pierwszą też cechą rozpulchnionej, t. j. świeżo pooranej roli jest to, że szybko wyschnie, woda z jej przestworów i powierzchni parować będzie, ale z warstw głębszych dla braku kapilarności do niej nie dojdzie. Rola taka będzie łatwo przepuszczalną (w warstwie ornej) dla wody, powietrze ją przeniknie, a ziemia ogrzeje się. Gdy deszcz przyjdzie, cząstki jej nawilgną i znowu wyschną; pod wpływem kolejnego wysychania i namakania, grubsze bryły będą się rozpadały na drobniejsze i struktura roli będzie się poprawiała. Dla braku jednak wilgoci, fermentacya w ziemi będzie słaba, zarówno i wschodzenie chwastów. Z czasem rozpadanie się cząstek i osadzanie się spowodują zniknięcie zbyt wielkich przestrzeni — przestrzenie międzygruzełkowe dojdą do wymiarów kapilarnych, rola nabędzie utraconą kapilarność, a pomimo wysychania (teraz głównie swą powierzchnią) utrzyma się w stanie wilgotnym. Fermentacya rozpocznie się silniej rozwijać, a chwasty zaczną wschodzić. Teraz zaczyna się nowa faza w warunkach uprawy roli. Praktycy mówią, że rola stała się «sprawną».

Rola taka paruje powierzchnią, a chociaż trzyma się wilgotno dzięki wodzie z warstwy podglebia, jednak w końcu wody tej mogłoby braknąć, a rola musiałaby wyschnąć. Otóż należy ją zabezpieczyć od wyschnięcia, a mamy do tego celu łatwy środek w użyciu bron, czyli w utworzeniu powierzchownej niekapilarnej warstewki. Ta powierzchowna pulchna warstwa ziemi tak utrzymuje wilgoć w warstwach pod nią będących, jak pokrycie słomą, ściółką i t. p.

Wiemy jednakże, że na powierzchni roli pod wpływem deszczu tworzy się łatwo skorupa o strukturze zbitej, która przewodzi wodę, więc nie chroni od wysychania i jest dla powietrza mało przenikliwą, stąd wniosek, że taka skorupa skoro się tylko utworzy, powinna być bronami zniszczoną.

Z powyższego wyprowadzamy następujące dla praktyki bardzo ważne wnioski, odnośnie do pielęgnowania roli:

1. Rola świeżo zorana nie powinna być włóczoną, lecz leżeć w surowych skibach, aby pod wpływem czynników zewnętrznych rozkruszała.

2. Gdy dojdzie do stanu kapilarności, to jest «sprawności», powinna być zaraz zawleczoną, aby w niej zabezpieczyć wilgoć niezbędną do rozkładu.

3. Gdy się na powierzchni utworzy skorupa, powinna być natychmiast zniszczoną.

Gdy jednak rola jest źle pooraną, gdy niema w niej zwarcia, gdy są dziury pod skibami, natenczas nawet po dłuższym czasie nie osiada się jak należy, nie nabierze dostatecznej kapilarności i nie dojdzie do stanu sprawności. Na rolach takich można widzieć paski jasne, suche, leżące po nad temi dziurami i paski ciemne.

Rola taka, nigdy dobrze, jednostajnie, w całej swej masie nie zafermentuje. Taka uprawa zła nietylko oddziaływa wprost szkodliwie na zboża rosnące, ale nie dopuszcza roli do nabycia dobrych fizycznych własności.

Widzieliśmy że przez orkę rola traci kapilarność, łatwo wysycha, rzecz to ważna tam, gdzie chodzi o zapas wilgoci, więc na ziemiach lekkich należy orać jak najmniej, a przed zasiewem roślin jarych, należy unikać orki wiosennej. Odwrotnie na ziemiach mokrych, do pewnego stopnia powtarzając orkę, można je przesuszyć.

Wykonanie rozpulchnienia. — Wiemy, że są dwa niezbędne warunki dobrze rozpulchnionej roli, t. j. struktura gruzełkowata i zwartość. Jeden i drugi warunek jest zarówno ważny w praktyce, jednak drugiemu, t. j. zwartości roli częściej uchybić można i dlatego na niego szczególną uwagę zwracać należy.

Do rozpulchnienia roli używamy pługa, inne zaś narzędzia są właściwie tylko pomocniczemi. O działaniu pługa na rozkruszenie skiby mówić tu nie będę, zaznaczę tylko, że wybór pługa jest niesłychanie ważnym, bo się

należy trzymać zasady: doskonale orać, lecz jak najmniej. Orka jest czynnością kosztowną, prócz tego wysusza rolę, a przez to utrudnia fermentowanie w niej nawozu, bo do tego wilgoci potrzeba. Jeżeli wiemy, że pług nie jest w możności bez pomocy innych narzędzi, odrazu doprowadzić roli do stanu pożądanej pulchności, nie powinniśmy tych pomocniczych czynności nigdy zaniedbywać i nie uciekać się do podwójnego orania.

W tym wypadku mam naturalnie na myśli uprawę do pełnej głębokości. Im mniej rolnik potrzebuje orać dla utrzymania swej roli w należytej pulchności, tem lepszą będzie uprawa, im prędzej doprowadzi swą ziemię do tego stanu kultury, że będzie mógł używać pługa ruchadłowego poprawnego, tem będzie dla niego korzystniej. Rolnik ma prawo pochwalić się, mówiąc, mam rolę zwięzłą, ale tak uprawną, że ruchadłowy pług doskonale na niej działa; raz tylko potrzebuję orać pod pszenicę i t. p. Potrzeba użycia pługów śrubowych, a stąd wynikająca kilkakrotna orka, pomijając wyjątkowo ciężkie ziemie, dowodzi tylko niedostatku kultury i braku dobrej uprawy mechanicznej.

W jaki sposób więc dochodzimy do rozpulchnienia roli i co jest miarą dostatecznego rozpulchnienia?

Stopień rozpulchnienia może i powinien być różny, zależnie od płodu, który ma być uprawiany. Jest tu jednak pewna ogólna miara, której rolnik powinien się trzymać. Miarą rozpulchnienia jest łatwość rozsypywania się skiby za pługiem, z warunkiem, że rola nie jest za mokrą lub za suchą. Jeżeli się skiba dobrze nie sypie i kruszy, trzeba będzie po zsiadnięciu się drugi raz rolę przeorać. Bywają lata mokre i suche, w pierwszych role się zlewają i ubijają, w drugich zaś nie; nieraz więc rolnik naprzód nie może przewidzieć, jak uprawę prowadzić.

Rola może już być uprawiona pod rzepak lub pszenicę, przyjdzie burza z ulewą, rola poprzednio pulchna może się zlać i stwardnieć, wtenczas także, gdy już rola obeschnie, orać ją musimy, a gdy skiba dobrze sypać się

nie będzie, wypadnie po odleżeniu rolę drugi raz przeorać. Role przed zimą zorane pod jarzynę, chociaż były w jesieni dobrze rozpulchnione — mogą się znajdować w bardzo rozmaitym stanie na wiosnę. Podczas zimy suchej i mroźnej struktura znakomicie się poprawia i na wiosnę można, nie używając drapaczy, siewnikiem rzędowym na nich owies zasiać, zbronowawszy je tylko poprzednio dobrze. Gdy zima mokra i częste odwilże, wtenczas role tak się mogą pozlewać na wierzchu, albo nawet i głębiej, że użycie drapaczy, a nawet spulchniaczy jest przy siewie jarzyny nieuniknionem. W tym razie próbne przeoranie do rozmaitej głębokości, da nam miarę, do jakiego stopnia i jak głęboko role się zlały.

Jednem słowem, dla praktyka miarą pulchności roli jest stopień kruszenia się skiby, a w każdym wątpliwym wypadku, tego środka używać powinien, aby sobie zdać sprawę, jaki jest stopień pulchności roli.

Jak skiba powinna wyglądać w roli dostatecznie pulchnej i na różnej ziemi, tego nikt słowami opisać nie może, ani też przedstawić na rysunku — tego może tylko praktyka nauczyć.

Teraz przejdziemy do omówienia sposobu rozpulchnienia roli, czyli zmniejszenia jej spoistości. W tej samej ziemi, skiba niema jednakowej zwięzłości na całą swą głębokość, warstwa tworząca powierzchnię ziemi, znacznie jest zwięźlejszą, niż warstwy głębsze. Powody tego są rozmaite: najprzód deszcze ubijają powierzchowną warstwę, dalej może być przydeptaną przez pracujących ludzi lub inwentarz.

Najsilniej jednak oddziaływa na spójność tej wierzchniej warstwy roślinność, której korzenie najczęściej blizkie powierzchni, wiążą tę warstwę ziemi. Im więcej rola zarośnięta i zadarniona, tem związlejszą jest powierzchowna warstwa w porównaniu z warstwami głębszemi. Warstwa ta zaorana nie jest grubą, dochodzi do 3 cali, a główna spójnia w 2 calach się mieści. Różnica spójności warstw roli jest niesłychanie ważną, gdyż sto-

pień jej decydująco oddziaływa na czynności, które musimy stosować do rozpulchnienia roli. Gdybyśmy rolę powierzchownie zrośniętą pługiem orali, to wierzchnia warstwa, spajająca skibę, nie dopuściłaby do jej należytego rozkruszenia, a warstwy głębsze skiby mniej spójne byłyby daleko mniej rozkruszone, aniżeliby być mogły przy swoim stanie spójności i dopiero druga orka osiągnęłaby cel. Gdybyśmy jednakże cienką, wiążącą powierzchnię warstewkę, innymi środkami pozbawili spójności, natenczas jedna orka może nadać roli pożądaną pulchność. Że zaś warstewka wiążąca jest cienką, daleko więc łatwiej osobno ją uprawić, aniżeli dwa razy do pełnej głębokości przeorywać.

Pierwszą zasadą, której powinniśmy się trzymać, przystępując do rozpulchnienia roli jest, zwracać uwagę na stan zrośnięcia powierzchownego roli — od jego stopnia zależy sposób przeprowadzenia roboty i to nietylko ze względu na rozkruszenie, ale jeszcze więcej na uzyskanie zwartości roli.

Po okopowych i po rzepaku bywają role najczystsze i najmniej zrośnięte. Po okopowych nie trzeba dla osiągnięcia rozpulchnienia i zwarcia żadnych przedstępnych czynności — orka pojedynczym pługiem, bez podrzynacza nawet, doprowadza rolę do pożądanego stanu. Włóczka przed orką może być wskazana dla zrównania powierzchni roli, aby pługi równiej orały. Gdyby jednak było więcej szczątków organicznych, które później mogłyby utrudniać siew, szczególniej rzędowy, natenczas dobrze jest użyć podrzynacza, któryby je rzucał do bruzdy.

Po rzepaku możnaby podobnie postąpić, lecz czynności się dopełnia w gorącej porze roku. Dla utrzymania więc wilgoci w roli, nadaje się jej pulchną powierzchnię, podorując płytko w poprzek rzędów, przez co wysypany rzepak powschodzi, a potem orze się zwykłym pługiem.

W powyższych więc wypadkach nie zachodzi zasadnicza potrzeba rozpulchniania powierzchownej warstewki. Inaczej rzecz się przedstawia w innych wypadkach, gdzie

przed przeprowadzeniem orki, musimy się zająć rozluźnieniem spójności powierzchownej warstwy roli.

Ścierniska po kłosowych, jeżeli zboże było bardzo gęste, nie posiadają spójnej powierzchni i w tym razie można odrazu orać bez przygotowania poprzedniego n. p. pszeniczysko pod żyto. Daleko jednak częściej w roli pozostałej po kłosowych, znajdziemy chociażby trochę perzu, lub innych chwastów wiążących powierzchnię. Jeżeli chwastów jest mało, natenczas możemy dopełnić korzystnie orki, używając przy pługach podrzynaczy, uważając, aby te bardzo cienką warstewkę zrzynały. Jeżeli nieczystości w roli jest trochę więcej, i jeżeli widzimy, że podrzynaczem zrzucana ziemia w bruzdę nie rozsypuje się należycie, lecz układa się w bruzdzie całymi kawałkami lub paskami, natenczas ziemia przez następujący pług kładziona, bruzd nie zapełni i potworzyć się już mogą dziury pod skibami. Wtenczas użycie podrzynacza nie jest wystarczające i należy rolę inaczej przed orką przygotować. Najłatwiej tego dopełnić, używając drapaczy i zapuszczczając je na dwa cale głęboko, drapiąc w krzyż, zwykle potem się włóczy, a następnie orka żadnych przeszkód nie znajdzie, skiba się będzie należycie kruszyć i układać w zwarciu jedna do drugiej.

Jeżeli ściernisko jest mocno zarośnięte lub stwardniałe, t. j. zbytnio zsiadłe, wtenczas użycie drapaczy nie jest praktycznem, rolę taką należy podorać płytko, uprawić i dopiero później zorać pod siew. Otóż z celu tej podorywki, rolnicy często nie zdają sobie sprawy i w sposobie jej wykonania napotykamy fatalne błędy. Zwykle przeważa mniemanie, że podorywka odbywa się w tym celu, ażeby przegniły szczątki organiczne, a więc powinna być tak dokonaną, żeby podobnie, jak przy przyorywaniu nawozu, skiby równo były odwrócone i przyciskały darń i resztki organiczne, wtenczas bowiem wilgoć trzyma się w skibie i proces gnicia szybko postępuje. Pojęcie to zupełnie jest fałszywe, a tak wykonana podorywka jest jak najgorsza. Skiba równo przewrócona, utrzymuje wilgoć

i perz jeżeli jest, jeszcze lepiej rośnie. Gdy na taką podorywkę puścimy brony, przekonamy się, że nie rozkruszą głębiej roli, jak do głębokości jednego cala. Że zaś zwykle podorywka na roli nieczystej, jak w tym wypadku wynosi 3 cale grubości, to w rezultacie zostanie na 2 cale gruba warstwa podorywki zupełnie nierozkruszonej i spójnej. Korzenie bowiem, chociaż częściowo przegniją, dostatecznie wiążą tę warstwę, a cóż dopiero, jeżeli jest w niej perz, jak zwykle w tym wypadku. Jeżeli taką podorywkę, chociażby najsilniej włóczoną, zaczniemy orać, przekonamy się, że całe paski dawnej podorywki na bok w bruzdach układać się będą, nie dopuszczając zasypania bruzd — a rola tak uprawiona zwarcia mieć nie będzie i pod skibami będą dziury. Jest rzeczą jasną, że przy tym rodzaju uprawy inaczej być nie może, bo powierzchowna warstewka roli, nie straciła swej spójności przez podorywkę i następne bronowanie.

Głównym celem podorywki roli zaperzonej lub zachwaszczonej, czyli powierzchownie zrośniętej jest zniszczenie spójności w tej właśnie warstewce i główny nacisk na to w uprawie kłaść należy, aby ten cel osiągnąć, a przegnicie szczątków organicznych jest w tym wypadku rzeczą podrzędną.

Aby powyższy cel osiągnąć, można po zleżeniu się podorywki takową zdrapać i całą jej warstwę spulchnić. Przez ten czas perzu przybywało, bo równo ułożone skiby (a może jeszcze uwalcowane, jak to często robią), trzymały wilgoć, tymczasem prostym sposobem można drapania uniknąć i powstrzymać rozrost perzu, w tym celu użyć należy do podorywki pługów z odkładnicami właściwej formy. Skiby nie powinny dolegać (leżeć) na bruzdach, lecz być drobno poprzerywane, posztorcowane i tworzyć rodzaj małych budek, t. j. wspierać się jednym bokiem i dwoma końcami.

Skiby takie bardzo szybko przesychają, łatwo od zmian powietrza kruszeją, a wzrost perzu jest w nich powstrzymany. Uprawka taka, jak się mówi w praktyce,

łatwo się «przepali»; po kilkunastu dniach, gdy skiby zupełnie przeschną i przylgną do spodu swymi końcami — należy użyć bron. Bronować powinno się nie w kierunku prostopadłym do orki, lecz wprost tak, jak pługi chodziły, ponieważ inaczej skiby odrywałyby się i odwracały.

Po dwóch włóczkach wzdłuż, można wreszcie w poprzek włóczyć. Po tak dokonanej podorywce, brony porozrywają i rozkruszą skiby w znacznej części; zaledwie może $1/_3$ część nieporuszoną zostanie. Orka potem dopiero może być dobrze dokonaną. Podorywką więc, jak powyżej w sposób właściwy dokonaną, można przygotować do orki rolę przerośniętą. Podorywka ma także jednakże swe złe strony, przedewszystkiem zaś, że nie można potem zaraz orać, lecz trzeba czekać, aż się ziemia zleży, aby się skiby podorywki nie odrywały podczas następującej orki i nie «pchały», jak mówią w praktyce.

Drugą wadą podorywki jest trudność orania dostatecznie płytko pługami nawet ostrymi, w roli zaperzonej, przerośniętej, szczególniej jeżeli jest wilgotną. Dla uniknięcia tych niedogodności, zalecają użycie kultywatorów do rozpulchnienia powierzchni pola. Otóż narzędziami temi doskonale ten cel się osięga, drapiąc do trzech cali głęboko, zwykle raz wskos do orki i drugi raz prostopadle do pierwszego kierunku; gdy rola tak uprawiona za jeden lub dwa dni przeschnie, włóczy się ją odpowiednią liczbę razy.

Potem zaraz można orać i rola będzie dobrze rozpulchnioną. Sposobowi temu zarzucić można tylko, że przy tej robocie opór jest duży i inwentarz pociągowy się niszczy.

Poprzednio podałem ten sposób rozpulchniena przy uprawie ścierniska mało zarośniętego, bo w tym wypadku lżej tego dopełnić można.

Wreszcie jest jeden jeszcze sposób rozpulchnienia powierzchownej warstwy roli, gdy ta jest przerośniętą, dokonać zaś tego można przez użycie dobrych stalowych

redeł; sposób ten prawie że nie używany, jest jednak doskonały.

Poprzednio omówione sposoby rozkruszenia powierzchownej warstewki zrośniętej roli, przygotują rolę tak, że orka na niej wykonana będzie dobrą, skiba będzie należycie się kruszyła, dziur w skibach i pod niemi nie będzie, a więc także osiągniemy niezbędne zwarcie. Zasadniczo więc powinnibyśmy zawsze tą drogą postępować chcąc dojść do dobrego rozpulchnienia roli, to jest zawsze przygotować rolę przed następującą orką, o ile tego potrzeba. Bardzo jednak często rolnicy uchybiają tym zasadom, bądź dla pospiechu, bądź przez niedbalstwo, lub z powodu braku inwentarza pociągowego. Zaniedbanie tej czynności zawsze będzie wadą, która się pomści gorszym urodzajem. Są jednakże pewne okoliczności, w których nawet pilny i dbały rolnik w tych przygotowaniach roli przed orką, może zrobić pewne ustępstwa, to jest mniej systematycznie uprawić.

Odnosi się to do orki robionej przed zimą pod zasiew jary. Taka orka może być cokolwiek mniej pilnie co do rozpulchnienia i co do zwarcia zrobiona, bo przychodzi do pomocy zima. Skiby może trochę zbyt mało jedną orką rozkruszone, pod wpływem mrozów dojdą do należytej pulchności. Podobnie niezupełnie zwarta rola, przez działanie wód zimowych, zewrze się dostatecznie, i nie jedna dziura pod skibą zginie do wiosny. Stąd też wogóle roboty przygotowane przed orką jesienną są mniej liczne i mniej dokładności wymagają.

Wprawdzie najlepiej byłoby, trzymać się tej zasady, aby popodorywać i pouprawiać wszystkie role, zanim się je głęboko na jesieni zorze, lecz często trudno o wolny czas w tej porze, tak dalece, że lepsze (czyściejsze) role można bez przygotowań odrazu zorać, używając przedtem dobrze nastawionych (płytko) skrobaczy.

Za wiele tutaj pomocy od zimy żądać nie można, rola zeskibiona, spodem dziurawa, przez czas zimy, do wiosny się nie poprawi. Mimochodem dodam, że im płyt-

sza orka, tem szybciej się zlega i nabiera zwartości tak, że przerośnięte role lepiej nawet płycej przed zimą orać, o czem później przy zleganiu się roli będzie mowa.

Po należytem przygotowaniu roli przystępujemy do jej orki, którą dokonuje się pługiem, przeznaczonym do głębszej orki, jeżeli po uprawce pozostaje na powierzchni roli dużo chwastów, należy użyć zrzynacza, aby wszystko pozesypać w bruzdę i po orce mieć czystą ziemię na powierzchni. Po zoraniu powinien rolnik pozostawić rolę działaniu czynników zewnętrznych, wpływających na kruszenie i rozpulchnienie roli. W lecie działają zmiany w wilgotności roli; skiby przesychają i znów po deszczu wilgną, gdybyśmy zaś rolę powlekli, działanie to zostaje przerwane i rola jednostajnie nawilgnie. Rola więc w surowych skibach pozostawiona kruszeje, czyli rozpulchnia się, natomiast fermentacya odbywa się w niej powoli, dla zbyt małej ilości wilgoci (w lecie), a także chwasty powoli wschodzą. Jeżeli więc rolnik swą niedostatecznie pulchną rolę chce lepiej rozpulchnić, powinien ją pozostawić w surowych skibach; zwykle też w praktyce pozostawiamy rolę w tym stanie. Dopiero po pewnym czasie, gdy skiby rozkruszały, a chcemy, aby rola zafermentowała i chwasty powschodziły, włóczymy pole i w tym stanie pewien czas pozostawiamy.

Wpływ czynników zewnętrznych na rozpulchnienie skib, jakkolwiek wyraźny i widoczny w czasie lata, jest jednak o wiele słabszy w porównaniu z ich działaniem w czasie zimy. Mróz jest czynnikiem bardzo silnym i rolnik powinien zawsze z jego działania korzystać, jeżeli ma do czynienia z rolą trudno dającą się rozpulchnić. Role bardzo zwięzłe, gliniaste, powinny leżeć podczas zimy o ile możności jak najczęściej w surowych skibach. Kilkoletnie ugory lub pastwiska (i nowiny) brane pod uprawę podobnież traktowane być powinny; pogłębiania roli powinno się w ten sposób dokonywać, aby świeżo pogłębiona rola, w skibach na mróz była wystawioną. Lecz pomimo najstaranniejszego przygotowania roli i uprawki przed orką

i pomimo najlepiej wykonanej orki, nieraz nie da się roli odrazu doprowadzić do pożądanego stopnia rozpulchnienia. Na ziemiach z natury zwięzłych i gliniastych, lub chociażby mniej nawet spójnych, lecz mocno zleżałych, a więc przy uprawie ugorów, kilkoletnich koniczysk — należy orkę powtórzyć dwa lub nawet trzy razy dla osiągnięcia należytej pulchności. Następne orki nie przedstawiają szczególnych warunków, dopełniają się jak zwykle — tylko o tem trzeba pamiętać, że orać należy powleczoną poprzednio i odleżałą rolę, ponieważ pługi równiej idą, a ziemia lepiej się kruszy. W wielu razach do szybszego rozpulchnienia roli bardzo się przyczyniają tak zwane orki krzyżowe — to jest następna dokonywa się w kierunku prostopadłym do poprzedniej; orka taka, rzecz prosta, możliwą jest tylko przy uprawie płaskiej. Znakomite korzyści orki krzyżowej w uzyskaniu szybszego i dokładniejszego rozpulchnienia roli, zostają zmniejszone jej wadą, że przy położeniu płaskiem tam, gdzie są grzbiety orki (zgonki), tworzą się grobelki, zatrzymujące wodę, szczególniej gdy ziemia jest zmarzniętą. Ten powód zmniejsza stosowanie tej metody.

Zasadniczo i głównie używamy pługa do rozpulchnienia roli, pomimo to są okoliczności, w których nietylko z większą korzyścią szybkości roboty, ale z konieczności nawet użyć musimy innych narzędzi, mianowicie drapaczy, kultywatorów i t. d.

Używamy ich przedewszystkiem na wiosnę dla spulchnienia roli przed zimą pooranych. Z małymi wyjątkami, n. p. pszenica, kartofle, siejemy nasze rośliny gospodarskie w rolę spulchnioną, ale do pewnego stopnia już osiadłą, posiadającą lepsze zwarcie, niż świeżo zorana. Pod jare rośliny, zboża lub okopowe, powinniśmy przed zimą rolę spulchnić, — ponieważ jednak ziemia w czasie zimy osiada, dla przywrócenia więc pulchności przynajmniej w warstwach bliższych powierzchni używamy drapaczy lub kultywatorów. Przeoranie byłoby niewłaściwe, bo zbyt sil-

nie spulchnia i zwartość roli psuje. Pługa używamy na wiosnę, przed siewami, tylko do bardzo płytkiej orki, najczęściej 3 cale głębokiej, na rolach głęboko przed zimą pooranych. Lecz najważniejszym powodem, dla którego nie powinniśmy przeorywać roli pod zasiewy wiosenne przeznaczonej, jest wzgląd na to, że każde przeoranie roli silnie ją wysusza, a przy uprawie jarzyn, chodzi głównie o utrzymanie w roli wilgoci, nabytej podczas zimy. Urodzaj jarzyn, przynajmniej u nas zależy przedewszystkiem od dostatku wilgoci.

Przy użyciu drapaczy, kultywatorów do rozpulchnienia, rola nie wysycha. Jest jeszcze jeden ważny wzgląd, dla którego nie pługa, lecz kultywatorów na wiosnę używamy. Są okolice, w których dla zbóż jarych prawdziwą plagą jest ognicha (Raphanus raphanistrum), łopucha, a także dzika gorczyca. Ażeby tej plagi uniknąć, należy się wszelkimi sposobami starać, aby na wiosnę przed siewem nie wydobyć na powierzchnię roli głębszych warstw ziemi, w których jest nasienie tego chwastu, ponieważ powschodzi i zagłuszy jarzynę. Kultywator miesza i spulchnia ziemię, ale jej nie odwraca tak jak pług i dlatego tylko pierwszych powinniśmy używać na wiosnę do spulchniania roli tam, gdzie w ziemi znajduje się nasienie tych chwastów.

Główną więc porą, której do spulchnienia roli używamy kultywatorów zamiast pługa jest wiosna, lecz także w innym czasie bywają stosowane. — Przedewszystkiem używa się kultywatorów wtenczas, gdy nawóz został przyorany równemi skibami i chcemy je przed następującą orką rozpulchnić, a nawóz z ziemią wymieszać; używa się ich także do rozpulchniania powierzchownej zrośniętej warstewki roli, dla przygotowania do orki, o czem powyżej już mówiłem.

Wogóle drapacze i kultywatory, prawie nigdy nie są używane do rozpulchnienia roli na całą jej głębokość, lecz zwykle dosięgają tylko do połowy głębokości orki.

Osadzanie się roli. — Rozpulchniona rola z czasem pod wpływem własnego ciężaru zsiada się czyli osadza, przyczem duże przestrzenie pomiędzy gruzełkami zmniejszają się, przez co staje się coraz lepiej zwartą. Deszcz, który całą uprawną warstwę miernie zmoczy, przyczynia się znacznie do jej zsiądnięcia. Osadzanie się roli do pewnego stopnia jest bardzo pożądanem, a nawet dla ogółu uprawianych roślin niezbędnem, wprawdzie jedne są na to więcej, inne mniej czułe.

Gdybyśmy nasze role uprawiali ręcznie łopatą, bez wątpienia zwarcie w nich byłoby lepsze, moglibyśmy przy kopaniu, jak się to dzieje w ogrodzie, rozbijać każdą większą bryłkę ziemi. Lecz używając pługów i zwykłych narzędzi do uprawy roli, pomimo największej staranności nie możemy uniknąć większych kawałków nierozkruszonej ziemi, a także większych pustych przestworów w roli. Większe przestwory są dla roślin szkodliwe, bo korzenie przez nie przerosnąć nie mogą. Jeżeli roślina posiada korzenie rozrastające się w różnych kierunkach, jak n. p. zboża, to dziury w roli mniej są szkodliwe, ponieważ korzenie dość liczne ominą je; najbardziej cierpią w roli bez zwarcia rośliny posiadające główny korzeń pionowy, jak n. p. koniczyny, buraki i t. p. dla nich nieosadzona i niezwarta rola może być zabójczą.

Rola niezsiadła destatecznie może przez zsiadanie się po zasiewie powodować inne, niemniej złe skutki dla pewnych roślin. Jeżeli na nieosadzonej roli zasiejemy zboże, rola będzie się więc dopiero później osadzała, przez co rośliny mogą być ze ziemi ogołocone tak dalece, że część korzeni pozostanie nad ziemią; jest to dla żyta wprost zabójcze, lecz także dla koniczyn niesłychanie szkodliwe. Osadzanie się więc roli jest w uprawie bardzo ważne, a rolnik powinien dobrze znać towarzyszące mu okoliczności.

Roli gruboziarnistej, piaszczystej i z natury swej mało spójnej, więc do struktury gruzełkowatej mało sposobnej, po rozpulchnieniu najmniej przybywa, dlatego też ziemia

taka najmniej się osiada. Ziemie zwięzłe, piaszczysto - gliniaste i gliniaste, rzadko kiedy do zbytniego rozpulchnienia doprowadzić możemy, dlatego osadzają się znacznie silniej niż poprzednie gleby drobnoziarniste, składające się przeważnie z drobnego kwarcowego piasku, złączonego małą ilością gliny, ulegają najsilniejszemu osadzaniu. Rozpulchnienie takiej ziemi jest łatwe, przybywa jej na objętość bardzo wiele po orce, a osadzanie się jest bardzo silne i trwa długo.

Dla tego powodu, na tych trudno osadzających się ziemiach trzeba być ostrożnym z uprawą roślin czułych na osadzanie się roli, n. p. żyta i koniczyny. Czynnikiem szybkości i łatwości osadzania się roli jest głębokość uprawy, jest rzeczą jasną, że im rola głębiej zorana czyli spulchniona, tem dłużej osadzać się będzie, lecz czas potrzebny do osadzania się, bynajmniej nie jest proporcyonalnym do głębokości uprawy. Rola zorana na 4—5 cali osiądzie się w zwykłych warunkach, prędzej n. p. po trzech tygodniach, a uprawiona na 8 cali potrzebować będzie n. p. do dwóch miesięcy, a nawet może być jeszcze po tym czasie w spodzie za mało zleżałą. Jeżeli więc chcemy mieć rolę szybko zleżałą i wogóle boimy się długiego zlegania, jak n. p. przy uprawie żyta na roli drobno-ziarnistej, nie powinniśmy głęboko lecz płytko uprawiać.

Rola uprawiona głęboko 8—10 cali, zlega się bezporównania prędzej w warstwach powierzchownych niż głębszych, z tego więc powodu na ziemiach pulchnych przeorywanie do głębokości 8—10 cali może być zupełnie niepotrzebnem, ponieważ warstwy spodnie mogą być jeszcze pulchne, a tylko wierzchnie więcej osiadłe, rozpulchnienia potrzebują, wystarczy więc orka 5—6 cali. Podobnie rzecz się ma z rolą przed zimą głęboko pooraną, która się zlała w czasie zimy, czemu podległa tylko wierzchnia warstwa tak, że płytkie przeoranie lub spulchnienie kultywatorem, jednolitą pulchność powróci.

Na szybkość osadzania się roli wpływa rzecz prosta ilość opadającego deszczu, podczas suchej jesieni role po-

trzebują dwa razy dłuższego czasu, aby się pod uprawę żyta dostatecznie osiadły, aniżeli w porze wilgotnej, gdy deszcze padają. Silne ulewy odrazu mogą rolę osadzić do tego stopnia, że dla jej ponownego rozpulchnienia trzeba ją ponownie przeorać; role głęboko uprawne, oczywiście mniej są na to narażone. Podobnie działają zimową porą odwilże, gdy ziemia przesyca się wilgocią w warstwach wierzchnich, podczas gdy spód jest zmarznięty. Po takiej mokrej zimie nieraz wypadnie użyć kultywatorów do rozpulchnienia zesiadłej zanadto ziemi, chociaż po zimie stałej na tych samych rolach, brony przed siewem wystarczyłyby do rozpulchnienia.

Pola nadmiernie mokre, z wodą w nich stojącą — narażone są w czasie takich zim na zlewanie się roli, i chociaż się poprawi nieco stan fizyczny roli, woda go zniszczy i trzeba się bronić przed nadmiarem wody osuszeniem i przegonami, przed zimą w roli robionymi.

Wymienione poprzednio ogólne czynniki i warunki powodują jednostajne osadzanie się roli jednolicie spulchnionej przy dobrej jej uprawie, a rezultatem osadzania się będzie jednolita coraz większa zwartość. Osadzanie się takie jest właściwe i pożądane przez rolnika, bo go wymagają rośliny przez niego uprawiane, jeżeli osadzanie się przejdzie pewną granicę, rola staje się zbyt zwięzłą i potrzebuje ponownego rozpulchnienia.

Złą uprawą możemy rolę doprowadzić do stanu, w którym należycie nie będzie się mogła osadzić i nabrać zwarcia; ziemia może się już czasem osadzić ponad pożądaną granicę, a przecież w wielu miejscach pozostaną dziury szkodliwe dla korzeni. Jednostajnemu osadzaniu się roli przeszkadzać może albo niejednostajne spulchnienie, albo co gorzej przeszkody znajdujące się w roli. Główną przeszkodą są darnie znajdujące się w roli, jeżeli pod niemi są dziury; darnie nie dopuszczają zesypania się, lub nawet (jak w zimie) zlania się tych dziur, a takie piwnice pod skibami zabezpieczone darnią, trwać mogą kilka lat. Niema też szkodliwszej rzeczy dla równego osadzenia się

roli i nabycia przez nią zwarcia, jak te kawałki darni, przyoranych złą uprawą. Rola niezwarta w skibach, jak to bywa podczas orki roli zwięzłej w porze suchej, bezporównania prędzej zwarcia nabędzie, niż ziemia chociażby lżejsza, ale z darniami w środku. W niektórych razach usiłuje rolnik wywołać sztuczne osadzenie się roli, nie mogąc czekać aż zwarcie nastąpi w naturalny sposób, w tym celu przedewszystkiem używa wału. Im wał cięższy, tem silniej ziemię uciska. O jednej ważnej rzeczy jednakże wiedzieć rolnik powinien, że wał ugniata najsilniej tylko warstwę powierzchowną, głębszą zaś coraz słabiej tak, że jego działanie, przy zwykle używanych wałach, do 4 lub 6 cali w głąb tylko sięga. Dalej rzeczą bardzo ważną jest pamiętać, że jeżeli rola zwałowana nie jest dociśniętą do samego spodu, po zwałowaniu bezporównania trudniej w warstwach głębszych się osadza, niż rola zupełnie niewałowana. Jeżeli więc mamy rolę wadliwie uprawioną, w której pod skibami znajdują się dziury, i jeżeli chcemy użyć wału, aby rolę ugnieść i te dziury zniszczyć, natenczas musimy się zapewnić, że wał tego dopełni, zrobić więc należy próbę. Gdyby bowiem taka zwałowana rola została, to dziury niedogniecione utrwalą się i na bardzo długo pozostaną w roli, bo powierzchowne uciśnięte warstwy utworzą rodzaj sklepienia niedopuszczającego zasypania się dziur. Z użyciem wału trzeba więc być ostrożnym.

Oprócz wału także inne narzędzia wywołują osadzanie się i zwartość roli — mianowicie drapacze, resp. kultywatory i brony. Narzędzia te rozdrabniają bryłki ziemi i cząstki jej zębami pchają przed sobą, wskutek czego większe wolne przestrzenie, w roli zasypują się. Przez silne użycie kultywatorów i bron, możemy w roli niezwartej wywołać zwarcie, ale to odnosi się tylko do powierzchownej warstwy ziemi.

Zaskorupianie i zlewanie się roli. — Rola będąca nawet w najlepszym stanie spulchnienia, narażoną jest na po-

wierzchni na utratę tej pulchności, a nawet struktury gruzełkowatej, przez wpływ padającego deszczu. Krople deszczu padają z pewną siłą, a rozplukując i rozbijając gruzełki, wypełniają ziemią przestrzenie między niemi. W tem leży przyczyna tak łatwej utraty struktury i pulchności na powierzchni ziemi nie pokrytej. Gdy bowiem rola jest porośniętą, natenczas rośliny chronią od uderzeń kropel deszczu — a ziemia taka bez porównania dłużej może utrzymać dobrą strukturę na powierzchni. Rzeczą jest jasną, że im drobniejsze są cząstki, tworzące powierzchnię roli, tem prędzej deszcz je rozbija i pulchność zniszczy. Rola leżąca w surowych skibach bez porównania dłużej będzie utrzymywać dobrą niezlaną powierzchnię, aniżeli rola uwleczona, szczególniej jeżeli ta czynność kilkakrotnie była powtarzaną. Gdy się na roli utworzy taka zlana warstwa, pozbawiona struktury i pulchności, natenczas rola będzie zamkniętą, jak praktycy mówią, bo dostęp dla wody i powietrza z zewnątrz zostanie utrudniony. Pomimo pulchności warstwy ziemi pod nią będącej, rola będzie w złym stanie, bo pulchność jej do pewnego stopnia stanie się bezużyteczną. Gdy nadto powierzchowna zlana warstewka uschnie, utworzy się z niej skorupa, często tak zwięzła, że utworzyć może nieprzezwyciężoną zaporę dla wschodzenia lub dla dalszego wzrostu roślin. Utworzenie się na roli takiej zlanej lub zeskorupionej powierzchni jest dla rolnika okolicznością bardzo niepożądaną i starać się powinien o jak najprędsze jej rozpulchnienie. Są rodzaje gleby osobliwie skłonnej do tworzenia się na nich takiej skorupy — nazywamy je w praktyce ziemiami «zlewnemi». Najczęściej są to ziemie zawierające dużo miału krzemionkowego zlepionego małą stosunkowo ilością gliny. Ziemie takie łatwo się rozpulchniają, szczególniej pod wpływem bronowania, a następny deszcz, mało spoiste grudki tej ziemi łatwo rozmywa i rozbija.

Po wyschnięciu, wobec małej zawartości gliny skorupka utworzona mało się kurczy i nie pęka, lecz po-

krywa rolę jednostajną warstwą. W rolach gliniastych zaskorupienie się nie jest tak łatwe, bo deszcz z trudnością rozpłukuje zwięzłe grudki, gdy zaś to nastąpi, a rola wysycha, natenczas skorupka wobec znacznej zawartości gliny kurczy się i pęka, a przez to do pewnego stopnia otwiera dostęp wodzie i powietrzu. Na ziemiach piasczystych niema wyraźnego zlewania się i zaskorupiania. Szczególniej więc na rolach, tak zwanych zlewnych powinien rolnik pilnować, aby zaskorupianie usuwać przy pomocy bron, inaczej bowiem rozpulchnienie roli nie odpowiadałoby swemu celowi. Na rolach gliniastych, po bardzo silnej ulewie może się utworzyć tak silna skorupa, że korzystniej będzie, zamiast bron, użyć walca do jej zniszczenia.

Dla uniknięcia zeskorupienia, powinien rolnik starać się nie rozpylać roli przez zbyt silne bronowanie, lub też przez użycie walców szczególniej gładkich.

Przyorywanie obornika, szczątków roślinnych i przygotowywanie z nich pożywienia roślinnego.

Wiadomo z chemii rolniczej, że obornik, ani nawóz zielony, ani jakiekolwiek szczątki roślinne nie mogą wprost służyć roślinom jako pożywienie, i dopiero przez proces rozkładu wytwarzają się z nich związki proste nieorganiczne, którymi żywią się rośliny, assymilujące przy pomocy zieleni.

Obornik lub inne materyaly, mające służyć za pożywienie, mogłyby być poza rolą, za pomocą kompostowania i t. p. przeprowadzone przez cały proces rozkładu i doprowadzone do formy, przyswajalnej dla roślin. Wiele jednak przyczyn powoduje, że rolnicy tej drogi nie obierają, a proces rozkładu obornika, odbywa się głównie w roli. Częściowemu tylko rozkładowi podlega obornik podczas przechowywania go do czasu wywózki w pole, przyczem jak wiadomo jest wystawiony na straty w skła-

dnikach pożywienia, od czego należy go zabezpieczać. Te właśnie straty w gazowych produktach rozkładu i w substancyi organicznej, są głównym powodem, że staramy się, aby rozkład odbywał się głównie w roli.

Obornik pod względem składu można rozdzielić na trzy kategorye połączeń chemicznych. Połączenia organiczne bezazotowe, pomiędzy któremi główne miejsce zajmuje guma drzewna, drzewnik i celluloza, te połączenia tworzą przeważną część suchej substancyi, nawozu — a przez ich rozkład ostateczny, wobec przystępu powietrza, tworzy się głównie kwas węglowy i woda. Kwas węglowy bezpośrednio powstający przy tym rozkładzie, nie służy w roli za pożywienie roślinne, ponieważ tylko nadziemne zielone części rośliny mogą z niego korzystać, jest jednak niesłychanie ważnym czynnikiem przy wietrzeniu mineralnych cząstek roli, skutkiem czego powstaje z nich pożywienie roślinne. Rola pod wpływem rozkładającego się nawozu, staje się kruchą, mniej spoistą, jej stan fizyczny poprawia się. Połączenia organiczne bezazotowe obornika nie rozkładają się odrazu, aby z nich tylko kwas węglowy i woda miały się tworzyć. Zanim do tego dojdzie, przechodzą one cały szereg zmian, tworząc połączenia zwane ogólnem mianem próchnicy. Połączenia próchnicowe są przeważnie kwaśne i działają w roli jako słabe kwasy, rozkładając jej cząstki mineralne, prócz tego działają pomyślnie na zmianę fizycznych własności roli. W rolach zwięzłych przeciwdziałają zlepiającemu działaniu gliny, więc czynią rolę mniej spójną, na lżejszych, szczególniej przy obecności wapna, tworzyć mogą rodzaj cementu do zlepiania cząstek zbyt luźnej ziemi; wreszcie próchnica wpływa dodatnio na pojemność ziemi względem wody. Wogóle dobrze jest znane w praktyce dobroczynne działanie próchnicy w roli. Produkty rozkładu substancyi organicznej bezazotowej obornika we wszystkich stopniach tegoż rozkładu korzystnie działają w roli. Drugą kategoryę połączeń, zawartych w oborniku, stanowią związki organiczne, posiadające w swym składzie azot. Połączenia

azotowe znajdują się w oborniku w znacznie mniejszej ilości, lecz są bardzo ważne, ponieważ z nich powstaje azotowe pożywienie roślin. Ostatecznym produktem ich rozkładu prócz innych związków jest kwas azotowy, którego sole są przyswajalne przez korzenie roślin, służą im jako azotowe pożywienie. Lecz podobnie jak z połączeń bezazotowych nie tworzą się odrazu ostateczne produkty, t. j. kwas węglowy i t. d. tak też nie tworzy się z materyi organicznej azotowej odrazu kwas azotowy, lecz połączenia te przechodzą w amoniak, a dopiero w końcu na azotany się zamieniają.

Trzecią kategoryę połączeń, zawartych w oborniku, stanowią związki mineralne, czyli popioły, które stratom nie podlegają, chociażby obornik rozkładał się poza rolą. Po rozkładzie substancyi organicznej obornika, służą one za pożywienie roślinom.

Do otrzymania podczas rozkładu obornika pożądanych produktów, t. j. kwasu węglowego i kwasu azotowego — koniecznie potrzebnym jest dostęp tlenu podczas procesu rozkładu. Przy braku tlenu mogą się tworzyć związki zupełnie bezużyteczne, naprzykład z połączeń bezazotowych powstawać może gaz błotny czyli metan CH_4, obojętny dla rolnika, bo na rolę zupełnie nie działa i t. p. Wogóle przy rozkładzie obornika w ziemi, wobec braku tlenu, a raczej przy utrudnionym jego dostępie nastaje niepożądany rodzaj rozkładu. Procesy w tym wypadku odbywające się, są znane, gdy rozkład odbywa się na gnojowniku, a bez porównania mniej wiemy o nich podczas rozkładu obornika w roli. Lecz jest to rzeczą pewną, że skuteczność nawozu, który odbywał rozkład w roli przy utrudnionym dostępie tlenu, jest na wzrost roślin bez porównania mniejszą, aniżeli nawozu prawidłowo fermentującego w roli. Szkodliwość przyorania nawozu mokrą ziemią, lub za głęboko, oddawna jest znaną w praktyce, a przyczyną jest utrudniony dostęp powietrza, względnie tlenu.

Wiemy, że w tym wypadku rozkład powolniej się

odbywa, i że substancya organiczna przechodzi we formę torfiastą, potem już trudno się rozkładającą, nawet przy obfitym dostępie powietrza. Podczas takiego rozkładu tworzy się dużo kwasów organicznych szkodliwych, jeżeli nie zostają zneutralizowane, wstrzymujących prawidłowy rozkład organicznej azotowej substancyi obornika. Pod wpływem procesów rozkładowych, przy utrudnionym dostępie tlenu następuje redukcya połączeń mineralnych w roli, szczególniej związków żelaza, które działają szkodliwie i t. d.

Do prawidłowego rozkładu obornika w ziemi, jest zatem niezbędny dostęp powietrza względnie tlenu. Podobnie jak obornik rozkładają się nawozy zielone, chwasty, korzenie i ścierń roślin uprawnych.

Wyjaśniwszy potrzebę i warunki rozkładu obornika, przejść możemy do omówienia warunków uprawy roli, mających na celu umieszczenie tych materyałów w ziemi, przygotowanie z nich pożywienia roślinnego i rozmieszania tego pożywienia w warstwie roli pewnej grubości.

Obornik w pole wywieziony, należy zaraz rozrzucić, a nie pozostawiać w kupkach, ponieważ zagrzewa się silnie i pod działaniem powietrza szybko się rozkłada, co powoduje nieuniknione straty w składnikach pożywnych. Nawóz trzeba równo na całej powierzchni roli rozrzucić, aby się w każdem miejscu znajdował, a prócz tego powinien być o ile możności, jak najdrobniej porozrywany, do czego o ile możności dążyć należy. Grube kawały nawozu pomimo najstaranniejszej uprawy, nie rozkładają się normalnie i torfieją, lub «palą się» (jak mówi praktyka) zależnie od pory roku, a nawóz ten traci się w znacznej części. Poznać to można łatwo, bo gdy przeorujemy drugi raz rolę, na której nawóz został źle rozdrobniony, wtedy wyorują się kawały bronzowego storfiałego lub siwego spalonego nawozu, małej wartości pożywnej. Najtrudniej jest rozdrobnić owczy nawóz. Obornik rozrzucony na polu, może pozostać pewien czas na powierzchni, lub też może być zaraz przyorany. Pozostawianie nawozu rozrzuconego

i nieprzyoranego podczas pory zimowej, gdy ziemia jest zmarznięta, jest zawsze niebezpiecznem, ponieważ część jego rozpuszczalnych składników, nie mogąc w rolę wsiąknąć, może spłynąć z wodą. Gdy ziemia jest niezmarzniętą, niema wielkiego niebezpieczeństwa znacznej utraty związków pożywnych dla roślin, doświadczenia bowiem pouczają, że plon zboża z pola, na którem leżał nawóz przez parę tygodni nieprzyorany, nie jest mniejszym niż z pól z nawozem zaraz przyoranym. Zdawałoby się więc, że strat niema w nawozie rozrzuconym a nie przyoranym, i że w ten sposób można postępować. Pod warstwą rozrzuconego nawozu rola trzyma wilgoć, przez co rozkład jej cząstek jest pobudzony. Więc bardzo być może, że w tym razie, straty w nawozie są niejako wynagrodzone przygotowaniem pożywienia, pochodzącego z samej roli.

Doświadczenia w tym celu robione, nie mogły oznaczyć, czy są rzeczywiście straty w nawozie, lecz określały tylko ostateczny wynik, zmierzony wysokością plonu. Jeżeli są straty w nawozie, co jest więcej niż prawdopodobne, a tylko rola ze swych zapasów je wynagradza, natenczas słuszniej jest zaraz przyorywać nawóz rozrzucony — i za tem stanowczo obstaję. Podczas przyorywania nawozu należy zadosyć czynić kilku niezbędnym warunkom.

Pierwsze pytanie jest, czy nawóz wywozić na spulchnioną powierzchownie rolę, lub bez względu na jej stan? Jeżeli rola jest powierzchownie czysta i względnie pulchna, n. p. owsisko lub rżysko, to bez namysłu możemy na nią nawóz wywieźć, a następnie przyorać. Jeżeli jednak mamy nawozić ugór lub dwuletnie koniczysko zwykle w części zadarnione, lub jakąkolwiek rolę zaperzoną, natenczas zawsze zastanowić się należy, czy nie lepiej powierzchnię jej uprawić, a dopiero potem wywozić nawóz. Sposób ten, jeżeli tylko czas i okoliczności pozwalają, powinien być zawsze zastosowanym, a istnieją gospodarstwa, które się zasadniczo trzymają tej reguły, ponieważ rola

oczyszcza się daleko dokładniej, co niesłychanie ułatwia następujące roboty.

Ugór, na który na wiosnę mamy zamiar wywieźć nawóz, powinniśmy przed zimą podorać, a nawet bronami uprawić. Podobnie możemy w lecie postąpić, uprawiwszy rolę drapaczami (bez podorywania), lub co lepiej, jak wspomniałem poprzednio radłami płytko zedrzeć powierzchnię roli zrośniętej.

Bywają wypadki, że przed wywózką nawozu, należy rolę głęboko zorać. N. p. przypuśćmy gdybyśmy chcieli zasiać pszenicę po owsie na nawozie, który nam jeszcze pozostał, lub z innego jakiegokolwiek powodu. Gdybyśmy wprost na owsisko nawóz wywieźli i przyorali, to rola nie byłaby dostatecznie głęboko spulchniona, bo gnoju głęboko przyorać nie można. W takim wypadku należy owsisko zorać na jakie 6 cali, rolę uwlec, uwalcować, a gdy się rola osiędzie gnój wywieźć i przyorać, i następnie zasiać pszenicę.

Przed wywózką nawozu niezbędne jest silne uwalcowanie roli zoranej, nawóz bowiem trudno byłoby dobrze przyorać pulchną ziemią, pomimo tego z tym sposobem wywożenia nawozu, zaraz na głęboko pooraną rolę, często można się w praktyce spotkać. Jeżeli już inaczej nie można postąpić, wywozimy nawóz na nieuprawną rolę. W tym wypadku trzeba uważać jako niezbędne, nie ograniczać się do samego bronowania, lecz skoro tylko skiby się ulegną, a nawóz dostatecznie przegnije, użyć zaraz drapaczy, zapuszczając je cokolwiek głębiej, niż nawóz był przyorany. Wprawdzie użycie drapaczy jest w każdym razie polecenia godnem na roli z przyoranym nawozem, szczególniej jeżeli w nim nasion chwastów możemy się spodziewać; w tym jednak razie jest konieczne i niezbędne dla wydobycia perzu, który się zwykle dobrze rozrasta i dla rozpulchnienia skib, któremi nawóz był przyorany.

Drugą okolicznością, na którą zwracać bacznie należy uwagę jest to, aby nawóz przy przyorywaniu nie

«spychał się», to znaczy, aby był w każdem miejscu pod skibą. Najlepsze rozrzucenie nawozu nie pomoże, jeżeli się nabiera na krój, lub pług i tylko w pewnych odległościach pod skibę się dostaje w dużych kupkach. Nawóz słomiasty najbardziej się spycha i najgorzej przyoruje, w takim razie nieraz niema innego sposobu, jak kazać robotnikom z grabiami, aby nagarniali nawóz przed pługiem w bruzdy.

Nawóz drobny i przegniły lepiej się przyoruje, a więc chociażby z tego tylko powodu lepiej jest go dopuścić w podwórzu do silniejszego przegnicia. Przy przyorywaniu nawozu powinien orzący ciągle drążkiem okutym pług oczyszczać i dopomagać do równego przyorywania gnoju, bez tej pomocy nigdy nie powinno się pozwalać na tę robotę. Zależnie od nawozu i od roli czasami lepiej nawóz się przyoruje, gdy jest krój przy pługu, innym razem samym tylko pługiem bez kroja. Często podrzynacz założony przy pługu, bardzo ułatwia robotę. Ogólnych reguł pod tym względem podać nie można, ale należy za każdym razem próbować, jak będzie lepiej, gdyż bardzo ważną jest rzeczą jednostajne przyoranie nawozu. Gdy deszcz przybije rozrzucony nawóz do ziemi, oczywiście daleko lepiej się przyoruje.

Złe przyoranie nawozu może do połowy i więcej plon zboża obniżyć, ponieważ całe paski ziemi mogą pozostać bez nawozu, a w pojedynczych miejscach znajdować się będzie jego nadmiar. Do pewnego stopnia można tych złych następstw uniknąć, jeżeli następnie drapaczami dobrze nawóz ze ziemią wymieszany.

Dalszym warunkiem dobrego przyorania gnoju, jest rodzaj odkładania się skib przy orce; skiby powinny być równo odłożone i powinny jednostajnie przykrywać nawóz, zupełnie więc inaczej, aniżeli przy podorówce pola bez nawozu, o czem poprzednio mówiłem. Chodzi bowiem w tym wypadku o to, że nawóz dla szybkiego przegnicia, potrzebuje dostatku wilgoci, a tylko dociśnięte skiby mogą ją zabezpieczyć. W tych okolicznościach użycie walca do uci-

śnięcia skib może być użytecznem. Do przyorywania nawozu, należy używać pługów równo i dobrze odkładających skiby.

Najważniejszą okolicznością przy przyorywaniu gnoju jest głębokość, do jakiej go przyorujemy. Poprzednio mówiłem, że do prawidłowego rozkładu nawozu, niezbędny jest dostęp powietrza względnie tlenu — prócz tego jednak potrzebny jest także dostatek wilgoci i ciepła. Za zasadę przyjąć należy, przyorywać gnój jak najpłycej, z warunkiem, aby był przykryty skibami i aby miał wilgoć. W praktyce przyoruje się nawóz średnio na 3 cale, głębokość jednak przykrycia może ulegać pewnym zmianom, wprawdzie nie wielkim, zależnie od następujących okoliczności.

Na ziemi więcej piasczystej i suchej można głębiej a nawet należy głębiej przyorywać nawóz w gorącej porze lata, w ziemiach więcej zwięzłych, trzeba się bardzo pilnować, aby 3 cali nie przekroczyć. Na ziemiach wapiennych i marglowatych można głębiej nawóz przyorywać niż na zimnych i bezwapiennych, na rędzinach, można w czasie lata na 4—5 cali, a nawet w koniecznych razach na 6 cali przyorać (n. p. siejąc pszenicę na nawozie i na jednej orce). W czasie pory gorącej lata, można na średnich ziemiach 3—4 cali głęboko przyorywać, natomiast w porze zimnej w jesieni, o ile się da, jak najpłyciej. W każdym razie trzeba pamiętać, że lepiej przyorać za płytko niż za głęboko, a głębsze przyoranie dozwolone jest tylko na ziemiach dla powietrza łatwo przenikliwych.

Należy baczną uwagę zwracać na głębokość przyorywania nawozu, ponieważ przez niewłaściwe głębokie przykrycie można ponieść ogromne straty. Oddawna wiadomo o tem z praktyki, że nawozu w mokrej ziemi przyorywać nie należy; wyjątek tylko można zrobić na rędzinie, jeżeli dużo okruchów wapiennych zawiera. Na rędzinie musi rolnik robić nieraz pewne ustępstwa, bo z powodu swych własności fizycznych, na krótki tylko czas dozwala swej uprawy.

Gdy nawóz podług powyższych zasad zostanie przyorany, po pewnym czasie, zależnie od ilości i od pory roku, n. p. w lecie w 3 tygodnie «przegnije», jak się wyrażają w praktyce, to jest rozkład jego o tyle się posunie, że słoma i grubsze części roślinne spójność stracą i staną się kruche; naukowo stan ten trudno określić. W wielu miejscach skiba nawozu nie dociska, wskutek tego dla braku wilgoci nie gnije. Dla przyspieszenia przegnicia, po przyoraniu nawozu w jakiś czas, nie czekając na całkowite przegnicie włóczy się rolę bronami i zostawia, aby nawóz wszędzie był przykryty ziemią i dobrze przegnił. Zawleczenie roli pobudza także wschodzenie chwastów. Zwykle zaraz po przyoraniu nawozu, roli się nie włóczy, lecz dopiero w kilkanaście dni dlatego, aby dać możność lepszego rozkruszenia skib pod wpływem czynników zewnętrznych. Mówiłem bowiem o tem poprzednio, że rola w surowych skibach pozostawiona lepiej kruszeje niż powleczona. Jeżeli jednak nawóz był wywieziony na rolę uprawną i kruchemi skibami przyorany, natenczas można zaraz po przyoraniu rolę zwlec, przez co nawóz prędzej przegnije, ponieważ będzie miał więcej wilgoci w roli. Skorupę, gdyby się utworzyła, pilnie na takiej roli niszczyć należy.

Po kilku tygodniach w porze ciepłej nawóz przegnije i rolę można przeorać do zwykłej głębokości. Często też nic więcej się nie robi, tylko się orze, jak mówią w praktyce «rolę odwraca». Wymiarkowanie czasu, w którym można już przystąpić do przeorania roli, jest rzeczą bardzo ważną. Gdybyśmy nawóz jeszcze niedostatecznie przegniły za wcześnie przeorali czyli «rolę odwrócili», natenczas skutek byłby ten sam, jak gdybyśmy nawóz za głęboko przyorali. Niedostatecznie przegniły nawóz, wymieszany w grubej warstwie ziemi, uległby częściowemu zepsuciu przy utrudnionym dostępie powietrza, z odwrotką więc lepiej trochę dłużej poczekać, niż ją za wcześnie wykonać. Nie są znane rzeczywiste przyczyny powodujące, że nawozowi, który dojdzie do pewnego stopnia rozkładu, już nie szkodzi wymieszanie z grubą warstwą ziemi, w któ-

rej w dalszym ciągu musi fermentować, przedewszystkiem zaś nie wiadomo, w jakim stanie połączeń chemicznych znajduje się w tym czasie. Prawdopodobnie ta część obornika, która łatwo ulega rozkładowi, musi przejść ten proces przy bardzo obfitym dostępie powietrza, a więc nakryta płytką warstwą ziemi. Pod wpływem częściowego rozkładu dochodzi nawóz do takiego skruszenia, że daje się dobrze z ziemią wymieszać.

Gdy więc nawóz już przegnije i może być z rolą wymieszany, powinien się rolnik starać, aby to rzeczywiście nastąpiło, albowiem im dokładniejsze będzie wymieszanie, tem lepiej korzenie roślin rozrastać się będą mogły, znajdując wszędzie pożywienie, a nie będą zmuszone do szukania go w pewnych tylko miejscach w roli. Przeoranie roli, o którem powyżej wspomniałem, bez pomocy innych czynności nie zupełnie odpowiada celowi wymieszania, do którego dążymy, mimo to bardzo często w praktyce jedynie niem się tylko zadawalniają. Bezwątpienia przy odwrotce do pewnego stopnia zostaje nawóz pomieszany z rolą, ale tylko częściowo i bardzo niedokładnie. Tem mniej jeszcze taka robota będzie odpowiadać celowi, jeżeli nawóz tylko w niektórych punktach pod skibami znajduje się w dużej ilości zgromadzony przez to, że był nierówno rozrzucony lub został pospychany podczas przyorywania, o nasionach chwastów w gnoju zawartych już tu nie wspominam.

Jeżeli więc chcemy osiągnąć tak pożądane i o ile możności jak najlepsze wymieszanie nawozu z ziemią, powinniśmy przed rozpoczęciem orki głębszej przy pomocy drapaczy uprawić rolę. Naturalnie zęby drapaczy zapuszcza się tak głęboko, aby poruszyły gnój. Najlepiej zdrapać rolę raz w skos do orki i po dniu lub dwóch, gdy przeschnie zawlec. W tydzień do 10-ciu dni, drapie się znowu prostopadle do poprzedniego kierunku; przez te kilkanaście dni dużo chwastów powschodzi, a niejeden rolnik, dopiero po tej czynności się przekonywa, ile nasienia chwastów było w gnoju, które bez drapania powscho-

dzić nie mogło. Podczas takiej uprawy trzeba powstałą po deszczu skorupę niszczyć bronami, zarówno dla zniszczenia chwastów włóczkę powtarzać należy.

Na rolach będących w kulturze, lub średnio spójnych, taka uprawa zastąpić może orkę tak zwaną odwrotkę do tego stopnia, że potem jedna tylko orka przedsiewna w zupełności wystarczyć może nawet pod siew pszenicy. Tylko na rolach zimnych, bezwapiennych, o złym stanie warstw głębszych, lub na rolach mocno zwięzłych, lub wreszcie na rolach średnich, lub paruletnim ugorze uprawę drapaczami należy skrócić, potem rolę odwrócić, czyli zorać do pełnej głębokości, wreszcie zorać pod siew już mniej głęboko.

Na tem kończę omówienie przyorywania nawozu stajennego. Teraz należy rozpatrzyć sposób przyorywania roślin sianych na zielony nawóz. Odnosi się to prawie wyłącznie do lubinu, jedynej prawie rośliny, uprawianej u nas obecnie na zielony nawóz. Siejemy go jak wiadomo na ziemiach bardzo lekkich, piasczystych, ale czasem i na zwięźlejszych, szczególniej odmianę niebieską. Głębokość przyorania zależy od natury roli. Na ziemi piasczystej, śmiało na 6—7 cali głęboko można zielony nawóz przyorać. W miarę zwiększającej się zwięzłości ziemi powinien być coraz płyciej przyorywany, tak, że już na glinkowatej glebie nigdy nie powinien się głębiej dostać nad cztery cale. Głębokie przyoranie jest wielkim błędem, ponieważ zakwasza się w ten sposób i źle rozkłada, i za pożywienie roślinne służyć nie może. Że przy przyoraniu płytkiem trochę łodyg sterczy na powierzchni roli, to tem nie powinniśmy się zrażać.

Podobnie powinniśmy się obchodzić i z koniczyskami, jakkolwiek głębokie przyoranie szczątków roślinnych tutaj mniej może jest szkodliwe.

O głębokości uprawy.

Nawóz rozmieszany z rolą, rozkłada się w dalszym ciągu i w miarę tego służy za pożywienie roślinom. Rolnik nietylko powinien umieć przeprowadzić prawidłowy rozkład nawozu w roli i odpowiednio go z nią wymieszać, ale także powinien wiedzieć w jak grubej warstwie roli go wymieszać, czyli, jak głęboko rolę uprawiać. Pytanie to, z całego działu uprawy mechanicznej jest najtrudniejsze, a zarazem i najważniejsze, bo głębokość uprawy, bardzo silnie wpływa na warunki pobierania pożywienia przez gospodarskie rośliny. Zanim przystąpimy do rozpatrzenia sprawy głębokości uprawy, musimy się przedewszystkiem zastanowić nad tem, jaki wpływ wywiera na wzrost naszych roślin rozmieszczenie nawozu w płytszej, lub grubszej warstwie roli. Pierwszą najważniejszą okolicznością jest wpływ stopnia koncentracyi pożywienia na wzrost roślin, zależny od głębokości uprawy. Jest rzeczą jasną, że jeżeli rolę nawiezioną pewną ilością obornika uprawimy na 5 cali (i w tej warstwie nawóz rozmieszamy), wtedy pożywienie roślinne będzie więcej skoncentrowane, niż gdybyśmy tę rolę na 8 cali uprawili, czyli, że w miarę pogłębiania uprawy, przy tej samej ilości nawozu, koncentracya pożywienia się zmniejsza. Jaki to jednak wpływ wywiera na roślinność? Pożywienie roślinne, zawarte w roli, musi przejść we formę w wodzie rozpuszczalną, bo tylko tą drogą może być przez korzenie roślin zużyte. Roślina wydziela (paruje) liśćmi wodę, która korzeniami weszła wraz z pożywieniem. Jeżeli pożywienie jest bardzo rozcieńczone, to roślina musi dużo wody przetranspirować, aby się w niej osadziła dostateczna ilość pożywienia. Rośliny posiadają wprawdzie możność koncentrowania pożywienia, to jest z rozcieńczonych roztworów wchodzą do korzeni roztwory więcej zgęszczone, mimo to jednak przy silnem rozcieńczeniu pożywienia w ziemi może przyjść granica, w której roślina już nie może tak wielkiej ilości

wody przetranspirować, aby uzyskać dostatek pożywienia i pomimo obecności pożywienia, musi odczuwać jego brak. Każda roślina, zależnie od swej natury, nietylko powinna mieć dostatek pożywienia, aby się mogła swobodnie rozwijać, lecz pokarm powinien się znajdować w ziemi, w stopniu odpowiedniej koncentracyi.

Możemy przytoczyć przykład, że plon dobry pszenicy, żyta lub owsa, zawiera w sobie prawie taką samą ilość składników, czyli że te zboża dla dania dobrego plonu, powinnyby znaleźć w roli taką samą ilość pożywienia. Tymczasem dobrze wiemy z praktyki, że rola, która wydala jeszcze dobry plon żyta lub owsa, nie byłaby dala równego plonu pszenicy, nie z powodu braku pożywienia dla pszenicy, ponieważ go znalazł owies, lecz dlatego, że pożywienie było dla niej zanadto rozcieńczone. Wiemy, że pogłębiając uprawę, rozcieńczamy równocześnie pożywienie, które przecież powinno posiadać pewien stopień koncentracyi; — wyprowadzamy więc pierwszy wniosek:

Głębokość uprawy powinna być taką, aby nie rozcieńczyć zbytnio pożywienia dla rośliny, którą zamierzamy uprawić. Gdybyśmy na roli z natury biednej, na której rośliny czerpią pożywienie z nawozu danego roli, a nawiezionej przypuśćmy 25 furami obornika, uprawionej na 4 cale, zasiali pszenicę, mielibyśmy n. p. 6 korcy z morga. Gdybyśmy jednak to pole nawiezione tą samą ilością nawozu zorali na 8—9 cali i zasiali pszenicę, nie mielibyśmy 6 korcy, lecz bezwątpienia o wiele mniej. Powodem tego jest ta okoliczność, że pożywienie zawarte w 25 furach nawozu, nie bylo jeszcze zbyt silnie rozcieńczone przy uprawie 4 calowej, lecz zanadto przy uprawie 8 calowej.

Rośliny gospodarskie znacznie się różnią pomiędzy sobą pod względem wymagań stopnia koncentracyi pożywienia; silniejszej potrzebuje pszenica, mniejszej żyto, jeszcze mniejszą znosi owies. Własności te są głównym powodem przeznaczania roślinom uprawnym odpowiedniego miejsca w zmianowaniu; zaraz po nawozie, gdy pożywienia jest obfitość i jest silnie stężone siejemy pszenicę, w miarę zaś

zmniejszającej się koncentracyi, dajemy z korzyścią jeszcze żyto, w końcu na dobry plon owsa rachować można, a wreszcie i tatarka jeszcze się uda.

Mówiłem poprzednio, że głębokość uprawy powinna być taką, aby nie rozcieńczyć zbytecznie pożywienia dla rośliny, którą zamierzamy uprawić. Corocznie jednak nie nawozimy roli; z podanego w jednym roku nawozu przez szereg lat krótszy lub dłuższy, muszą korzystać rośliny. Z tego powodu warunek koncentracyi dotyczy nietylko roku pierwszego, lecz także i lat następnych. Chociażbyśmy w pierwszym roku przy nawożeniu rolę zorali do właściwej głębokości tak, że dla uprawionej w tym roku rośliny koncentracya byłaby odpowiednią, jednak dla dalszych plonów koncentracya mogłaby stać się za małą.

Z warunków koncentracyi pożywienia wynika ogólna zasada: głębokość uprawy powinna być taką, aby nie rozcieńczyć zbytecznie pożywienia, ani dla rośliny, którą zamierzamy uprawić, ani też dla następujących po niej płodów, t. j. do czasu, gdy rolę znowu będziemy nawozić. Dalej głębokość uprawy wpływa na szybkość rozkładu obornika. Nawóz zawarty w roli rozkłada się pod wpływem tlenu, względnie powietrza wobec dostatku wilgoci i ciepła; szybkość tego rozkładu w tej samej porze roku, zależy głównie od łatwości, z jaką w rolę przenika powietrze. Z tego powodu na ziemiach łatwo przewiewnych, a więc gruboziarnistych, piasczystych, przy dostatku wilgoci, rozkład obornika daleko szybciej postępuje, niż na ziemiach drobnoziarnistych, gliniastych, a zatem mniej przewiewnych; stąd w praktyce nazwano pierwsze ziemie «gorącemi». Zupełnie taką samą różnicę zauważyć możemy w szybkości rozkładu, jeżeli weźmiemy pod uwagę warstwy roli płytsze i głębsze. W warstwach powierzchownych, gdzie dostęp powietrza jest łatwiejszy, rozkład nawozu postępuje szybciej, niż w warstwach głębszych. Powstrzymanie szybkości rozkładu nawozu, możemy osiągnąć przez mieszanie go z głębszemi warstwami ziemi, czyli że w głębokości uprawy, mamy sposób regulowania

szybkości rozkładu obornika. W pewnej jednak głębokości dostęp tlenu tak dalece będzie utrudniony, że rozkład nawozu odbywałby się zbyt powolnie, a nawet mógłby w sposób niepożądany się odbywać, tak jak to już poprzednio wspomniałem. Tlen jest potrzebny jako jedyny czynnik chemiczny, a przewiewność roli, wynikająca z jej natury, lub sztucznie uprawą osiągnięta, warunkuje szybkość rozkładu, czyli, że stan fizyczny roli jest najważniejszą okolicznością decydującą o rozkładzie obornika. Jednakże skład chemiczny roli odgrywa w procesie rozkładowym także ważną rolę, mianowicie silny wpływ wywiera węglan wapniowy. Jeżeli ten składnik znajduje się w roli, natenczas tworzy połączenia z związkami organicznymi, powstającymi przy rozkładzie obornika; połączenia te bardzo łatwo łączą się z tlenem, przyspieszając silnie rozkład obornika. Na ziemiach jednakowych pod względem fizycznym, t. j. o takiej samej przewiewności, a różniących się tylko zawartością wapna, obornik w tej będzie się prędzej rozkładał, która zawiera ten składnik w obfitości. Ziemie wapienne pod tym względem zachowują się podobnie jak piasczyste, a w praktyce zostały nazwane «ciepłemi». Działanie wapna przejawia się także i w inny sposób. Mówiłem powyżej, że w pewnej głębokości roli dostęp powietrza, względnie tlenu jest już o tyle utrudniony, że rozkład obornika pomieszanego z ziemią w tej warstwie, byłby zanadto powolny, a nawet wadliwy.

Poza tę granicę obornika nie wolno mieszać w roli, czyli nie można jej przekroczyć głębokością uprawy; granica ta jest różną i zależy od natury ziemi. Glebę piasczystą powietrze głębiej może przenikać, niż gliniastą — dlatego ziemię piasczystą można głębiej uprawiać niż gliniastą. Podobnie jak stan fizyczny roli, działa także zawartość wapna. W roli bezwapiennej granica, o której mówiłem, będzie bliżej powierzchni leżała, niż w roli zawierającej wapno. Pomimo bowiem trudniejszego dostępu powietrza, połączenia próchniczno-wapienne chciwe utlenienia, pomimo małej procentowo ilości tego gazu w roli

będą się jednakże utleniać, a więc na rolach wapiennych można głębiej orać, niż na bezwapiennych. Wielokrotnie stwierdzono, że korzenie roślin rozrastają się w tych warstwach roli najsilniej, w których najłatwiej i najobficiej znajdują pożywienie. Odnosi się to przeważnie do roślin zbożowych płytko się korzeniących, które w ten sposób przez głębsze umieszczenie nawozu możemy przymusić do głębszego zakorzenienia się. Głębsze warstwy roli nie tak łatwo ulegają wyschnięciu, jak powierzchowne, przeto głębiej zakorzenione rośliny, mniej będą cierpieć w czasie suszy. Przez głębszą uprawę zabezpieczamy rośliny lepiej od braku niezbędnej wilgoci.

Rośliny z dwóch źródeł czerpią dla siebie pożywienie; częścią dostarcza go rola z zapasów zawartych, o ile zaś go nie wystarcza, należy dopełnić nawozami, których daje się tem więcej, im ziemia jest biedniejszą. Kwas węglowy powstający podczas rozkładu obornika powoduje rozkład mineralnych cząstek ziemi. Jeżeli więc z grubszą (do pewnego stopnia) warstwą roli wymieszany nawóz na większą ilość ziemi rozkładająco działać będzie i tem znaczniejszy udział sama rola będzie brać w żywieniu roślin, równocześnie rośliny głębiej się zakorzeniając z tem większej ilości roli będą korzystały, wyciągając z niej pożywienie. A zatem przy głębszej uprawie udział roli w żywieniu roślin jest większy, aniżeli przy uprawie płytkiej.

Wreszcie należy dodać, że na roli głęboko uprawnej o nadmiar wody będzie trudniej, gdyż łatwiej przesiąknie, zatem trudniej o szkodę z nadmiaru wody; z drugiej zaś strony, zapas wody na roli głęboko uprawnej będzie większy niż na uprawnej płytko.

To są wszystkie teoretyczne warunki, które mieć należy na uwadze, zanim przejdziemy do rozwiązania tak ważnego dla praktyki pytania, jak głęboko uprawiać rolę.

Zależnie od natury, a szczególniej od zasobności ziemi, musimy dawać pewną ilość obornika dla uzyskania pożądanego plonu rośliny na nim sianej.

Ilość obornika produkowana i będąca do rozporzą-

dzenia w danem gospodarstwie zależy od stopnia opłacania się produkcyi zwierzęcej i od ilości łąk; w danych warunkach jest ona dość stałą i nie łatwo można ją podnieść. Oznaczenie tej ilości jest tu na pierwszem miejscu, a dopiero na drugiem stoi kwestya głębokości uprawy. Ilość nawozu może być bardzo różną, na różnych ziemiach, n. p. na jednych wystarcza 20 fur nawozu na morgę, na innych potrzeba 40 fur dla osiągnięcia dobrego plonu pszenicy. Otóż w wypadkach, gdzie żywienie roślin oparte jest głównie tylko na nawozie dodanym, gdzie ziemie są biedne i mały udział biorą w żywieniu roślin, czyli gdzie się forsuje uprawę pszenicy nawozem, tam szczególniej jaskrawo uwydatniają się niedostatki uprawy płytkiej, t. j. 5—6 calowej.

Wogóle przy płytkiej uprawie na wysokie plony rachować nie możemy, tembardziej jeszcze w tym wypadku, gdy rola jest z natury biedna. Przypatrzmy się więc, jakie są niedostatki płytkiej uprawy. Pszenica będzie się z wiosną wcześnie rozwijała, będzie się krzewić bardzo silnie i wkrótce będzie bardzo gęstą. Zbytnie zagęszczenie spowoduje, że słoma będzie długa a cienka, i dlatego pszenica najczęściej wylegnie. Plon ziarna takiej pszenicy, chociażby nawet nie wyległa, nigdy nie będzie wysoki, o ziarnie drobnem, natomiast wielką będzie obfitość słomy, czyli w rezultacie będzie dużo słomy, mało i lichego ziarna. Te smutne wyniki zbioru mają przyczynę następującą. Z nastaniem wiosennego ciepła nawóz pomieszczony tylko w powierzchownej płytkiej warstwie roli gwałtownie się rozkłada, silnie pobudza krzewienie i zboże się staje za gęste, o cienkiej słomie i łatwo wylega. Chociażby wylegnięcie nie nastąpiło, to zwykle w tych warunkach, gdy przychodzi pora wykształcania się kłosów i ziarna, zaczyna roślinie brakować dostatecznego pożywienia. Łatwo ulegająca rozkładowi część obornika, już się rozłożyła, a pozostała tylko trudniej rozkładająca się, powtóre cienka warstwa powierzchowna, w której się znajdował obornik i korzenie roślin, łatwo wysycha, a roślina

cierpi na brak pożywienia i wilgoci. Niejednostajne więc odżywianie się roślin, jest powodem, że zbiór daje dużo słomy, a mało ziarna.

Dla zapobieżenia zbytniej gęstości zboża, wychodzącej tylko na korzyść zbioru słomy, a na niekorzyść ziarna, możnaby próbować siewu rzadkiego. W niedługim czasie przekonalibyśmy się, że środek ten złemu nie zaradzi i od wybujania nie ochroni, a natomiast może narazić na straty wynikające z rzadkiego siewu.

Zmniejszając ilość nawozu, zmniejszymy także dostatek pożywienia, wprawdzie przez to wybujeniu zapobiegniemy, ale też nie będziemy mogli rachować na pożądany plon.

Jedynie byłoby wskazane pogłębienie roli, przez co powstrzymalibyśmy zbyt gwałtowny rozkład obornika, a korzenie roślin byłyby zmuszone do wrastania w głębsze i wilgotniejsze warstwy roli. Pogłębianie takie tylko oczywiście nie nadmierne, nie doprowadzi do zbytniego rozcieńczenia pożywienia i w zupełności cel swój osiągnie; ilość słomy zmniejszy się na korzyść ziarna, a plon pszenicy da dobre wyniki. Pogłębienie przynosi na razie korzyść, jednakże wywołuje dla następnych plonów duże niebezpieczeństwo.

Pól nie nawozimy corocznie, a raz dany nawóz służyć powinien na pewien szereg lat dla następujących po sobie plonów. Gdy rolę znawożoną w pierwszym roku pogłębimy, natenczas koncentracya pożywienia w latach n. p. trzech następnych jeszcze będzie wystarczającą — później już będzie za słabą, a plony będą liche.

Gdybyśmy jednak w roku pierwszym i następnych latach płycej uprawiali rolę, koncentracya pożywienia przez dłuższy czas byłaby silniejszą i dzięki temu z tej samej ilości nawozu zbieralibyśmy plony n. p. do lat siedmiu. Pogłębienie roli, jakkolwiek tak skuteczne i pożądane, w pierwszym roku dla pszenicy przedstawia wielkie niebezpieczeństwo znacznego obniżenia dalszych plonów. Straty stąd wynikające nie pokryją zysku, osiągniętego

lepszym plonem pszenicy przy pogłębieniu roli. Praktyka dała nam liczne dowody, jak jest niebezpiecznem i niekorzystnem pogłębienie tam, gdzie nawóz przychodzi na pola w dużych odstępach czasu.

Niebezpieczeństwo pogłębienia ustąpi, jeżeli można pole częściej nawozić, bo wtenczas odpada obawa zbytniego rozcieńczenia pożywienia dla dalszych plonów, unikamy więc strat w dalszych plonach, osiągając korzyści z głębszej uprawy pod pszenicę. Zwykle spotykać się można ze zdaniem, że im głębiej zamierzamy orać, tem silniej należy nawozić. Zdanie to zupełnie nie jest słuszne. Ilość nawozu w danych warunkach jest stałą i zależnie od niej, musimy do pewnej głębokości orać. Jednak, aby ten sposób uprawy w dalszych latach nie przyniósł szkody, wówczas gdy rozcieńczenie pożywienia będzie już zbyt duże, obornik powinien powrotnie przychodzić. W tych gospodarstwach można osiągnąć korzyści z pogłębienia, nie narażając się przytem na straty, w których, jak praktyka uczy, co cztery lata rolę nawozimy, czyli im głębiej się orze, tem częściej trzeba nawozić. Nie każdy rolnik jest w tem położeniu, aby mógł nawozić swe pola tak często, dlatego nie może wprowadzić uprawy głębszej ze względu na jej niebezpieczeństwa. Gospodarz w tych warunkach powinien zaniechać uprawy roślin, które wymagają naraz dużej ilości nawozu i wraz z tem głębszej uprawy. Niedostatki uprawy płytkiej z jednej strony, zaś niebezpieczeństwo pogłębienia (przy braku odpowiedniej ilości obornika) z drugiej, oddawna były przyczyną, że w praktyce zastosowywano środki, przy pomocy których możnaby osiągnąć korzyści z uprawy głębszej, nie narażając się przytem na możliwe straty. Mam tu na myśli uprawę w zagony lub składy i uprawę przedplonów.

Aby na bardzo płytkiej glebie poprawić małe plony zboża, ściągano z większej przestrzeni płytką warstwę rodzajną, pogrubiając ją w ten sposób zapomocą orki w zagony, a nawet do pewnego stopnia w składy. Ta ziemia rodzajna, ściągnięta na mniejszą powierzchnię pola, da

oczywiście plon większy, niż cienka warstwa na całej przestrzeni. Dwa metry kwadratowe gleby 6 cali głębokiej wydadzą plon większy niż 3 metry kwadratowe gleby 4 cale głębokiej, pomimo, że w obu wypadkach ilość gleby, więc i pożywienie w niej zawarte jest również w tej samej ilości, czyli że także plon powinien być jednakowy.

Dla roślin hodowanych sztucznie w wazonach, jest rzeczą obojętną, jaką (do pewnego stopnia) naczynie posiada formę, n. p. dwie rośliny, jedna w wazonie płaskim a szerokim, druga w wązkim a głębokim, lecz tej samej objętości, wydadzą plon jednaki przy tej samej ilości nawozu. Na roli rzecz się inaczej przedstawia, dla roślin nie jest to obojętnem, czy mają szukać pożywienia w warstwie płytkiej na bok, czy też w grubszej w głąb. W płytkiej glebie, rozkład nawozu jest gwałtowny i choć zrazu był w nadmiarze, łatwo go braknie po pewnym czasie, a prócz tego da się uczuć niedostatek niezbędnej wilgoci. Te okoliczności są powodem, dla którego pogrubienie płytkiej warstwy rodzajnej gleby, przez uprawę w zagony, może podnieść ogólny plon zboża z danej przestrzeni. Można więc w tym wypadku zauważyć pewne podobieństwo ze zjawiskami, jakie zachodzą przy uprawie płytkiej i głębokiej, istnieje jednak zasadnicza różnica. Przy wprowadzeniu uprawy głębokiej, pogrubiamy wprawdzie warstwę rodzajną, lecz równocześnie rozcieńczamy pożywienie, przy przejściu zaś z uprawy płaskiej do zagonowej, pogrubiamy również warstwę rodzajną gleby, nie rozcieńczając jednak pożywienia, lecz za to zmniejsza się powierzchnia warstwy rodzajnej.

Pomijając zastosowanie uprawy zagonowej do pogrubienia płytkiej i biednej gleby, możemy ten sposób uprawy także tam spotkać, gdzie rolnik chcąc uniknąć niebezpieczeństwa pogłębienia, pragnie jednak osiągnąć korzyści z pogrubienia warstwy ornej. N. p. na biednej roli, ale do uprawy pszenicy dostatecznie wilgotnej, potrzeba dać 40 fur obornika na mórg dla uzyskania dobrego plonu. Tymczasem w gospodarstwie jest zaledwie tyle nawozu,

że można nawozić tylko co ośm lat taką ilością. Jeżeli po znawożeniu temi 40 furami obornika uprawi się rolę na 5—6 cali, wtedy pszenica wybuja, jeżeli się zaś zorze głęboko na 8—9 cali, natenczas plony zbóż, począwszy od piątego roku, będą bardzo liche, ponieważ pożywienie będzie już zbyt rozcieńczone. Pogłębić roli nie można, a 40 fur obornika na mórg jest znowu za dużo przy tej płytkiej uprawie, jakkolwiek potrzeba go dla plonu pszenicy. Przy mniejszej dawce nawozu orka płaska, chociażby płytka, zawiedzie, bo pszenica będzie licha z powodu zbyt małej ilości pożywienia. Dopiero gdy się zamiast orki płaskiej zastosuje zagony lub składy, wtedy ta zmniejszona ilość nawozu działać będzie na mniejszej przestrzeni, lecz w grubszej warstwie i otrzymamy do pewnego stopnia plon pożądany. Zboża następne należy potem uprawiać w miarę ich mniejszych wymagań koncentracyi pożywienia na uprawie płaskiej po rozoraniu zagonów. Gdy przyjdzie znowu kolej na uprawę pszenicy na nawozie, natenczas z powrotem orze się pole w zagony lub w składy. Widzimy więc z przytoczonego przykładu, że uprawa w zagony lub składy, w tym razie ma swą slusznie uzasadnioną podstawę, — czy się jednak ten rodzaj uprawy opłaca i czy może zastąpić pogłębienie, o tem należy wątpić z powodów następujących:

Orząc w zagony, zmniejszamy użyteczną powierzchnię roli, z której rośliny korzystają, podczas gdy uprawa mechaniczna musi być prowadzoną na całej przestrzeni. Stosunek powierzchni użytecznej zagonów do powierzchni roli uprawionej płasko można przyjąć jak 3 : 4; korzystniej więc byłoby zmniejszyć raczej ogólną uprawianą powierzchnię, zamiast n. p. 400 morgów, uprawiać tylko 300 morgów, a na ten zmniejszony obszar dać tę samą ilość nawozu, lecz przytem także zorać głębiej. Koszta produkcyi zmniejszą się wobec przestrzeni, a dochód będzie wyższy.

Oczywiście była w tym razie mowa o zwykłych tylko warunkach roli, tam bowiem, gdzie zagony służą do odprowadzenia nadmiaru wody, mogą być użytecznymi,

jeżeli innych środków zapobiegawczych nie stosujemy, a uprawa zagonowa jest w zupełności uzasadniona.

Jest jeszcze drugi sposób unikania niedostatków płytkiej uprawy, przy silniejszem nawożeniu mianowicie używają w tym celu w praktyce — przedplonów. Przy płytkiej uprawie, na ziemi z natury biednej, duża ilość obornika powoduje łatwo wybujanie pszenicy w okresie tworzenia się słomy, a zbiór ziarna będzie bardzo słaby, o czem poprzednio mówiłem. Jeżeli zasiejemy przedplon, który wybujaniu nie podlega, n. p. rzepak, bobik i t. p., a ten się dobrze uda, wtedy pszenica zasiana po nim będzie bardzo dobra. Wogóle wiadomą jest rzeczą, że pszenica po dobrych przedplonach bywa lepszą niż wprost na oborniku; przyczyna tego zjawiska leży w chemicznych własnościach nawozu. Obornik składa się z materyałów, rozkładających się z niejednakową prędkością; część rozkłada się szybko, pozostała reszta zaś znacznie wolniej. Nierówna szybkość rozkładu nawozu sprawia, że pszenica nie jest jednostajnie żywioną, jeżeli jest zasiana wprost na gnoju przy płytkiej uprawie, ponieważ część pierwsza obornika szybko się rozłoży i może nawet spowoduje wybujanie pszenicy — część następna rozkladając się już powoli, nie odżywia dostatecznie roślin, o czem już powyżej wspomniałem. Jeżeli jednak zasiejemy niepodlegający wybujaniu przedplon, wtedy on zużytkuje bez szkody dla siebie tę część obornika szybko rozkładającą się, natomiast trudniej rozkładająca się część pozostanie na rok drugi dla pszenicy i będzie ją żywiła jednostajniej. Przedplon mógłby oddać przy płytkiej uprawie, rzeczywiste przysługi, gdyby nie dwie ważne okoliczności, mianowicie, że na tych biednych z natury ziemiach, gdzie właśnie płytka orka tyle niedostatków objawia, również przedplony nie są pewne, a powtóre, że szereg lat, oddzielających nawożenie, znacznie się jeszcze powiększa.

Na ziemiach z natury biednych, na których pszenicę forsować trzeba obornikiem, przedplon choćby najlepiej dobrany do jakości gleby, chybia o wiele częściej, niż

na ziemi zasobnej, a po nieudałym przedplonie pszenica lichą bywa. A dalej, obsiewając ugor przedplonem wypadnie częściej nawozić, tem częściem, im mniej się ziemia z zasobów własnych do żywienia roślin przyczynia; trzebaby zatem na biednej ziemi podnieść siłę nawozową, chcąc siać przedplony, a oto na tych właśnie ziemiach bardzo trudno.

Powyżej opisane okoliczności sprawiają, że ani zagony, ani przedplony nie są w możności usunąć niedostatków płytkiej uprawy tam, gdzie plon pewnej rośliny (zwykle pszenicy) wymaga dla swego wyżywienia na ziemiach biedniejszych znacznej ilości obornika.

Warunki, wśród których najbardziej okazują się niedostatki płytkiej uprawy. Rozmaite ziemie nie są jednakowo zasobne w składniki pożywienia, nawet pomimo jednakowych fizycznych własności. W praktyce spotkać można ziemie dostatecznie wilgotne dla uprawy pszenicy, a jednak biedne, w innym razie wilgotne i znacznie zasobniejsze. W obu wypadkach uprawa pszenicy jest możliwą i korzystną, jednak w pierwszym razie należy użyć znacznie większej ilości obornika niż w drugim. Praktyka wskazuje nam dowodnie, że na pewnych ziemiach dla otrzymania dobrego plonu pszenicy, używają blizko dwa razy tyle obornika, niż na drugich, na których reszty potrzebnego pożywienia dostarcza sama rola ze swych obfitych zapasów. Otóż na biednych ziemiach, na których pszenicę forsuje się wyłącznie prawie dużemi dawkami obornika, wady płytkiej uprawy daleko silniej przejawiają się wyleganiem i nadmiarem słomy, a małym plonem lichego ziarna, w przeciwieństwie zaś na ziemiach z natury zasobnych, gdzie potrzeba mniejszej ilości nawozu, dla uzyskania tego samego plonu. Przyczyna tego zjawiska jest prosta. Zapasy pożywienia zawarte w roli, podobnie jak obornik rozkładając się, stają się przyswajalne, lecz proces ten postępuje bezporównania powolniej i mo-

żnaby go porównać pod tym względem do pewnego stopnia z rozkładem więcej opornej części obornika.

Na ziemiach zasobnych, przy słabszem nawożeniu i płytkiej uprawie, część obornika wprawdzie szybko się rozłoży, ale nie spowoduje zbyt silnego krzewienia i za gęstego porostu zboża; rośliny będą dalej jednostajnie żywione przez rozkładający się obornik i przez pożywienie w ziemi zawarte. Korzenie zboża pomimo płytkiej uprawy sięgną w podglebie, bo tam znajdą także pożywienie, z tego powodu będą korzystać z zapasów wilgoci i z większej ilości pożywienia. Zbiór nie da nadmiaru słomy, a ziarno będzie dobrze wykształcone i w należytej ilości. Często na tych ziemiach z natury zasobnych można spotkać przy płytkiej uprawie i małej ilości obornika stale dobre plony pszenicy — niezbyt wprawdzie gęstej, ale obfitej w ziarno. Kto nieświadomy rzeczy, nieraz widząc biedne ziemie, lecz wilgotne, dziwi się wybujałości pszenicy (wprawdzie sianej na małych obszarach), w tych okolicach w porównaniu ze średnio zwartemi pszenicami na prawdziwie pszennych ziemiach. Lecz jest to tylko pozór a rzeczywista różnica uwydatnia się dopiero po młocce różną wysokością plonu. Tak więc na ziemiach biednych, gdzie trzeba naraz dawać duże ilości obornika, uprawa głębsza jest potrzebniejszą niż na ziemiach z natury zasobnych. Jednakowoż nie wynika stąd, aby na bogatych nie przynosiła korzyści, a zarazem, aby na tych ziemiach biednych była zawsze możliwą.

Trzy czynniki określają potrzebę i możliwość głębszej uprawy: 1) fizyczne własności roli (głównie jej przewiewność i wilgotność, zależnie czy jest ona piaszczystą lub gliniastą). 2) Skład chemiczny roli (przedewszystkiem zawartość węglanu wapna). 3) Ilość obornika, której używać musimy ze względu na wymagania roślin, które uprawiamy, a współcześnie i możność częstszego jego stosowania.

Korzyści wynikające z pogłębienia roli. Z kolei wypada omówić korzyści, które zyskujemy przy uprawie głębszej.

Przedewszystkiem, gdzie dla uzyskania dobrego plonu rośliny wiele wymagającej, zwłaszcza pszenicy, musimy dać dużą ilość obornika, tenże dopiero przez odpowiednio głębszą uprawę wyzyskać będzie można we właściwy sposób. Wskutek wolniejszego rozkładu, rośliny będą żywione jednostajniej, przez co otrzymamy dobre ziarno we właściwej ilości, a wegetacya nie odbędzie się tylko na korzyść słomy, ze szkodą ziarna. Drugą równie ważną a przy uprawie następujących po pszenicy zbóż jarych, jeszcze może ważniejszą okolicznością jest to, że rośliny na uprawie głębszej, głębiej szukając pożywienia, znajdą w tych warstwach więcej wilgoci, a więc susza nie zaszkodzi im tak łaiwo. Wymienione korzyści nie podlegają żadnej wątpliwości. Nieraz można mieć sposobność przyglądania się dokladnie różnicom w plonach zbóż na rolach pogłębionych, w sposób właściwy. Plon pszenicy podniósł się przy tej samej ilości nawozu o pięćdziesiąt procent, urodzaj zaś jarzyn się podwoil. Przykład ten jest dosyć wymowny, aby przekonał, że właściwa głębokość uprawy i możność jej pogłębienia są nieslychanie ważne. Stanowczo twierdzić można, że żadna inna melioracya ważnością swą i korzyściami nie dorówna dobremu pogłębieniu uprawy.

Teraz należy rozpatrzyć, od czego zawisla potrzeba i możność pogłębienia roli.

W ziemiach piasczystych, z powodu łatwej przewiewności, rozkład substancyi organicznej w nich zawartej lub obornika, odbywa się znacznie prędzej niż w gliniastych. Prócz tego ziemie tego rodzaju tracą łatwo swój maly zasób w wilgoci, zwłaszcza ich warstwy powierzchowne. W celu zwolnienia rozkladu obornika i dla zabezpieczenia większej wilgoci roślinom, uprawa głębsza jest na tych ziemiach bardzo potrzebną, a rezultat jej bardzo korzystny. Na tych ziemiach nie sieje się pszenicy, tylko inne zboża, zadawalniające się mniejszą koncentracyą pożywienia; z tego powodu obawa złych skutków pogłębienia jest znacznie mniejszą. Łatwość z jaką w tych

ziemiach powietrze do warstw głębszych przenika, usuwa powód obawy nieprawidłowego rozkładu substancyi organicznej, która się dostaje przy pogłębieniu w głębsze warstwy ziemi.

Ziemie piasczyste można doprowadzić do wydawania odpowiednich plonów tylko przez głębszą uprawę. Z płytkiej 5—6 calowej orki można prawie zaraz przejść do 8—9 calowej, zwłaszcza jeżeli się co sześć lat nawozi obornikiem i jedną roślinę uprawi na nawóz zielony.

Inaczej rzecz się przedstawia na ziemiach zwięźlejszych, ponieważ oprócz względu na koncentracyę pożywienia, należy także brać pod uwagę trudniejszą przewiewność roli. Na ziemi gliniastej uprawa ośmiocalowa będzie już za głęboką i obornik za słabo lub wadliwie mógłby się rozkładać.

Ziemie zwięźlejsze z takim dostatkiem wilgoci, że uprawa pszenicy na nich przy odpowiedniem nawożeniu może być korzystną, można rozdzielić na dwie kategorye: 1) Ziemie z natury urodzajne, zasobne w składniki pożywienia i oddające je łatwo roślinom, t. j. tak zwane ciepłe, zawierające węglan wapniowy. Za przykład tego rodzaju ziemi może posłużyć löss. 2) Ziemie z natury mało urodzajne i mało zasobne w składniki pożywienia, lub zasobne, ale trudno je oddające, tak zwane zimne bezwapienne gleby. Na ziemiach pierwszej kategoryi t. j. (ciepłych) nie potrzeba pod zasiew pszenicy używać dużych ilości obornika, stąd więc wady płytkiej uprawy nie są tak widoczne. Mimo to samo zabezpieczenie większej ilości wilgoci bezwarunkowo wynagrodzi uprawę głębszą. Na tych ziemiach jeżeli je rolnik nawozi co 4—5 lat, można śmiało z uprawy płytkiej 6-calowej przejść do orki 8—9 calowej. Mając takie ziemie zasobne, może rolnik łatwo dojść do takiej ilości nawozu, aby powyższemu warunkowi mógł zadosyć uczynić, tembardziej, że się używa na raz mniej obornika.

Bezporównania trudniejsza sprawa z ziemiami nieurodzajnemi, t. j. drugiej kategoryi. Tu trzeba pszenicę for-

sować nawozem i dawać go w większej ilości, a płytka uprawa okaże wszystkie swe wady. Pogłębienie jest potrzebne, ale czy możliwe? Jeżeli ziemia jest rzeczywiście biedną pomimo zawartości węglanu wapniowego (co wszakże w naturze nie często się przytrafia) natenczas trudności pogłębienia są stosunkowo mniejsze. Chodzi tylko o to, aby nawóz na takiej roli przychodził co lat 4 lub 5 w ilości większej, niż na ziemiach pierwszej kategoryi. Warunek i możność pogłębienia do 8—9 cali zależy w tym wypadku wyłącznie od ilości okornika, którą posiada gospodarstwo. Jeżeli się znajduje ta niezbędna ilość obornika, należy przeprowadzić pogłębienie. Na ziemiach biednych, lecz zawierających węglan wapna, koniczyna się zwykle udaje, rolnik ma więc drogę do pozyskania większej ilości obornika. Gdyby jednak w żaden sposób nie mógł go uzyskać w obfitości, natenczas powinien tylko na część pól obrócić całą ilość obornika, nawożąc je co lat cztery i odpowiednio temu uprawiać rolę głębiej na 8 cali; plony pszenicy i następnych zbóż będzie miał zadawalniające, resztę pól można zużytkować w inny sposób. Gdyby rolnik chciał całą przestrzeń użytkować, nawożąc ją mniej często, nie powinien o pogłębieniu myśleć, a uprawy pszenicy bezwarunkowo zaniechać. Ograniczenie uprawy silniejszej do mniejszego obszaru pól jest szczególniej obecnie bardzo godne polecenia.

Najtrudniejsza sprawa, gdy się ma do czynienia z ziemią nieurodzajną, nie z powodu braku pożywienia, ale głównie z powodu nieobecności węglanu wapna. Ponieważ na tych ziemiach koniczyny nie rodzą się zwykle, trudno jest uzyskać większą ilość obornika, chyba że dopomaga obfitość łąk. Najczęściej więc w tym wypadku brak dostatecznej ilości gnoju staje na przeszkodzie głębszej uprawie roli. Ziemie te często bardzo z powodu swego składu drobnoziarnistego, lepiejby rodziły pszenicę, niż żyto. Tymczasem pod to zboże, trzeba używać ogromnych ilości obornika, a 40 fur 4-konnych na mórg, bywa często zwykłą dawką nawozu. Wobec takich ilości potrzeba

pogłębiania jest widoczną. Wszelako praktyka daje nam niezbite dowody, że przez pogłębienie celu nie osiągamy i nawet w tym razie, plon pszenicy i zaraz następujących zbóż — zbyt jest zależny od wpływów atmosferycznych w czasie peryodu wegetacyi.

Gdybyśmy nawet posiadali taką ilość obornika, że bylibyśmy w możności nawozić co lat cztery, to jednak nie wystarczy, aby można było wprowadzić odpowiednią uprawę głęboką. Powodem tego jest brak węglanu wapniowego w ziemi i za zasadę przyjąć należy, że tam tylko jest możliwe i korzystne pogłębienie, gdzie obok dostatku nawozu, znajduje się w roli wapno. Wywapnowanie pól, czyni możliwem przy dostatku obornika pogłębienie roli. Wielu autorów utrzymuje, że obecność węglanu wapniowego w roli, jest niezbędną do tego, aby się pszenica udawała.

Przyczyny tego zjawiska są następujące: Przedewszystkiem w obecności węglanu wapniowego możemy ilość potrzebnego nawozu dla uzyskania takiego samego plonu pszenicy, dać znacznie mniejszą, bo substancya organiczna szybciej się rozkłada wobec węglanu wapna. Wapno działa pobudzająco na rozkład próchnicy, zawartej w roli i na wymianę chemiczną mineralnych cząstek ziemi, przez co udział roli w żywieniu roślin staje się znacznie większym. Dalej w obecności węglanu wapna rozkład substancyi organicznej w głębszych warstwach roli odbywa się prawidłowo, w znaczeniu poprzednio podanem. Sama przyroda nam to wskazuje. Jeżeli będziemy obserwowali granicę pomiędzy warstwą powierzchowną próchniczną ziemną, a jaśniejszą bezpróchniczną, warstwą spodnią podglebia, zauważymy na rozmaitych ziemiach wielkie różnice zależnie od obecności węglanu wapniowego.

Na ziemiach wapiennych, naprzykład na rędzinach, spotykamy w znacznej głębokości, (nawet jednego metra) w szczelinach skały, czarną próchniczną ziemię.

To dowodzi, że jeszcze w tej głębokości rozkład sub-

stancyi organicznej jest prawidłowy, bo nie zmienila swego koloru czarnego na jasno żółty. Tu także natrafić można jeszcze korzenie uprawianych roślin. Na ziemiach średnio spoistych, gliniastych, zawierających węglan wapna (n. p. czarnoziemne lössy) zauważymy, że wierzchnia, próchniczna warstwa przechodzi w bezpróchniczne podglebie powoli i nieznacznie dopiero w znacznej głębokości. Warstwy głębsze przedstawiają warunki odpowiednie dla właściwego rozkładu próchnicy.

Na ziemiach ciężkich, bezwapiennych, próchniczna ciemna warstwa gleby, odrazu ginie w głębokości jakich sześciu cali i zaraz zaczyna się jasne podglebie. Granica ta jest tak wyraźną, że z wszelką dokładnością można oznaczyć grubość powierzchownej warstwy próchnicznej. Ostre odgraniczenie obu warstw dowodzi, że na tych zimnych, bezwapiennych ziemiach, warunki prawidłowego rozkładu substancyi organicznej kończą się w płytkiej warstwie powierzchownej, a głębiej wskutek wadliwego rozkładu próchnica traci ciemną barwę. Tu bowiem trudno rozkładająca się substancya organiczna, z powodu braku węglanu wapna i spowodowanego nim braku struktury gruzełkowatej, nie znajduje dostatku tlenu dla prawidłowego rozkładu.

W praktyce możemy to obserwować na ziemi zimnej bezwapiennej, gdzie powyższe warunki naturalne określiły tak płytką glebę. Jeżeli na takiej płytkiej (n. p. 6 cali) glebie wprowadzimy głębszą orkę do 8 cali, po paru latach, jeżeli się roli nie uprawia, a nawet po uprawie, lecz gdy się ziemia zleje, zauważymy, że ta nowo utworzona, grubsza, próchniczna warstwa stanie się cieńszą i powróci do swych 6-ciu cali grubości, gdyż próchnica znajdując się głębiej, ulegnie nieprawidłowemu rozkładowi i utraci kolor. Tu więc natura sama określa głębokość orki. Takie «zdziczenie», jak się wyrażają w praktyce, można często obserwować na polach niewłaściwie pogłębionych, zwłaszcza na ziemiach bezwapiennych. Dla praktyki obserwa-

cya ta jest bardzo ważną. Podobnie dzieje się na ziemiach mokrych, na których nawet obecność wapna nie oddziaływa, bo woda zajmuje przestrzenie między cząstkami ziemi, wskutek czego powietrze nie ma dostępu.

Nietylko powyższe obserwacye ale najdokładniejsze próby w praktyce przeprowadzone, stwierdzają, że pogłębienie nawet średnio spoistej roli i przy odpowiedniej ilości obornika, lecz o ziemi zimnej bezwapiennej, jest rzeczą często nawet bardzo niebezpieczną i może spowodować duże straty. Albowiem rolnik nie jest w możności tak subtelnie kierować rozpulchnieniem, aby mieć ciągle zapewniony obfity dostęp powietrza do warstw głębszych. Rola zupełnie dobrze uprawna, przez wpływ deszczów tak silnie się osiądzie, że spodem zacznie się zakwaszać. Jeżeli chcemy mieć zapewnione korzyści na roli mało urodzajnej, bezwapiennej, z tak potrzebnej głębszej uprawy, nietylko należy mieć dostatek obornika, aby co lat 4 nawozić pole, ale przedewszystkiem powinniśmy wywapnować ziemię. Wapnowanie i pogłębienie odbywają się bardzo często współcześnie; wapnowanie umożliwia pogłębienie, a przez to korzystna uprawa pszenicy staje się możliwą. Jeżeli więc kto ma takie ziemie, jak powyżej opisana, to powinien je wapnować, i jeżeli co 4 lata nawozi, może śmiało z 4—6 calowej orki przejść do 8—9 calowej.

Przy pogłębieniu uprawy na ziemi mocno gliniastej o bardzo słabej przewiewności, należy zachować jeszcze większe ostrożności przy pogłębieniu, trzymając się zasad powyżej wymienionych.

Mówiąc o pogłębieniu roli, miałem na myśli głębokość 8—9 cali, która nawet dla intenzywnej uprawy roli, z przeważną produkcyą kłosowych, zupełnie wystarcza. W pewnych jednak okolicznościach, w buraczanych bardzo intenzywnych gospodarstwach, głębokość ta nie wystarcza może, i należy pługiem sięgać głębiej. Ścisłych reguł podać nie można, zasady jednak pogłębienia są takie same jak powyżej wyjaśnione.

Wykonanie pogłębienia. Gdy rolnik może zadosyć uczynić warunkom, w których może przystąpić do pogłębienia, powinien śmiało brać się do tej czynności. Obawy przed dzikiem podglebiem, szkodliwymi związkami są nieuzasadnione, jeśli ono zawiera dostatek węglanu wapniowego, ponieważ podglebie takie wyrzucone na wierzch, bardzo szybko dobrzeje; wszak glinę marglowatą, w celach melioracyi wydobywamy ze znacznej nieraz głębokości, skoro jednak jedną zimę poleży na powietrzu, może być rozrzucona i przyorana. Jeżeli zaś ziemia w podglebiu za uboga jest w wapno, to pogłębiać należy ostrożnie, używając przytem wapna.

Przy pogłębianiu należy wiedzieć, pod które zboża pogłębiać, a niepowodzenia, pomijając zasadnicze warunki (dostatek obornika i węglanu wapniowego), pochodziły zwykle z pogłębienia w niewłaściwym czasie, lub pod plon nieodpowiedni.

Zasadą jest nie pogłębiać w czasie lata pod plony, które jeszcze przed zimą mają być zasiane. Świeżo pogłębiona rola, łatwo się zlewa i tworzy skorupę niekorzystną dla niej samej jak i dla roślin.

Nadto atmosferyczne czynniki wśród lata, nie działają tak energicznie aby mogły dostatecznie rozkruszyć świeżą ziemię z podglebia, o słabej, mało wyrobionej strukturze. Z tych powodów, pogłębiać należy przed zimą, aby rola w surowych skibach była wystawioną na działanie mrozu. Na takiej roli świeżo pogłębionej i zwapnionej podług potrzeby, najwłaściwiej siać owies, bo roślina ta najmniej odczuwa braki roli świeżo pogłębionej. Rola taka jednak na wiosnę często ma mocno zlaną powierzchnię. Należy więc silnie i głęboko drapaczami uprawić, przez co świeża ziemia zwana calizną, wymięsza się z warstwą dawniejszą. Jeżeli uprawa była 6-cio calowa, nie potrzeba się niczego obawiać, można odrazu na 8 cali zorać. Powolne wyorywanie podglebia, tam mogłoby być wskazane, gdzie istnieje zamiar z 6-ciu cali przejść do 10 lub 12, tu zaś jest zupełnie zbyteczne. Do tej pierwszej

głębokiej orki najlepiej użyć pługów z podrzynaczami, ustawionymi trochę głębiej, ponieważ w ten sposób największa ilość surowej ziemi będzie na powierzchni, (nie w skosach skib), i na nią będą mrozy działały. Gęsto i nie za wcześnie siać należy owies, aby szybko powschodził i uchronił ziemię od skorupienia się. Przed zimą należy owsisko płytko podorać, aby calizna na wierzchu została, i była wystawiona na działanie mrozu. Z nawozem na wiosnę wywiezionym, obchodzić się należy jak zwykle, i skoro tylko przegnije, bardzo silnie i pilnie uprawiać drapaczami. Nawóz jest przyorany surową calizną i dlatego trzeba ją z gnojem i lepszą ziemią, o ile możności dobrze pomięszać. Następnie należy odwrócić, t. j. dać orkę znów do pełnej głębokości, a więc na 8 cali, wreszcie zorać pod siew płyciej, na 6 cali, i zasiać pszenicą.

W pierwszym roku po pogłębieniu, rola powinna być odwróconą, t. j. dane 3 orki, potem można już odwrotkę pominąć, po użyciu drapaczy, jak to wspomniałem przy omawianiu rozpulchniania roli. Po pszenicy, o ile możności uprawia się okopowe, bo przez ustawiczne obrabianie, calizna zupełnie się wymięsza z rolą.

Teraz zastanowić się należy, czy rolę głęboko, więc 8—9 cali uprawianą, corocznie do tej głębokości orać należy. Wiadomo, że rola nie osiada na całą głębokość z jednakową prędkością. Warstwy głębsze, daleko dłużej utrzymują raz im nadaną pulchność, niż leżące blizko powierzchni.

Z tego powodu ostatnie potrzebują częściej powtarzającego się rozpulchnienia. Corocznie też nie potrzeba roli przeorywać do pełnej głębokości, lecz jeżeli już jest od dawniejszego czasu pogłębioną, i w kulturze, to orka do pełnej głębokości co lat trzy wystarcza. Jest to ogromna korzyść dla rolnika, bo taka głęboka orka wymaga znacznej siły pociągowej.

Należy się zawsze starać o to, aby głęboka orka przychodziła pod plony, którym osadzanie się roli i ziemia trochę zdziczała mniej szkodzi. Orać więc płytko należy

pod żyto, pod jęczmień i pod owies, w którym ma być siana koniczyna. Pod pszenicę na ugorze nawożonym, można orać głęboko, zaś po jednorocznej koniczynie płytko. Pod owsy bez koniczyny, najlepiej orać głęboko. W pierwszych latach po pogłębieniu, po przejściu z orki 5—6 calowej do 8 calowej, musi się rolę o ile możności częściej przeorywać głęboko, dokąd się zupełnie nie wyrobi.

O sposobach unikania skutków nadmiernej wilgotności ziemi przez odpowiednią uprawę.

Do chwili obecnej, uprawa w zagony i składy, u nas jest bardzo rozpowszechnioną, gdy tymczasem w innych krajach, coraz rzadziej ją napotykamy. Orka płaska jest wynikiem osiągniętej tam wyższej kultury ziemi. Zasadniczo bowiem, bardzo jest mało gleb takich, których z powodu ich natury nie można płasko uprawiać. Mam tu na myśli ziemie o bardzo trudno przepuszczalnej, glebie i podglebiu, a o spadkach małych, na których, pomimo nawet drenów, uprawa w zagony i składy jest prawie niezbędną dla szybkiego odprowadzenia powierzchownej wody. Ziemi takich u nas jest jednak bardzo mało, a nawet w ogóle gleb potrzebujących systematycznego drenowania na całych większych przestrzeniach jest mniej, niż się zwykle sądzi. Zagony i składy u nas, są albo jeszcze pozostałością ekstensywnego gospodarstwa z czasów dawniejszych, i utrzymały się skutkiem niczem niewytłómaczonej nieraz przed orką płaską obawy, pomimo nawet dostatecznej kultury dla prowadzenia orki płaskiej, albo też rzeczywiście są spowodowane zbyt słabą kulturą, lub wreszcie, w najmniejszej może liczbie wypadków, faktycznie są może usprawiedliwione zbyt płaskiem i mokrem położeniem.

Zalety jednak uprawy płaskiej, są tak wielkie, że każdy rolnik dokładnie zbadać powinien możliwość jej

wprowadzenia, a w danym razie, starać się o środki umożliwiające jej zastosowanie.

Wyższość uprawy płaskiej, nad zagonami lub składami, w rozmaity sposób się przejawia. Przedewszystkiem z tej samej przestrzeni gruntu uprawionego na płask możemy i powinniśmy mieć wyższe plony niż ze składów, a tem bardziej zagonów. Nietylko bowiem że w bruzdach zboże nie rośnie, lecz przy bruzdach jest już znacznie słabsze. Można śmiało twierdzić, że pole w zagony uprawione przedstawia $^3/_4$ użytecznej powierzchni, którą będziemy mieli uprawiwszy je płasko. Dalej na środku zagonów i składów często zboże wylega z powodu nadmiaru nawozu w tem miejscu a w ogóle, rośliny przy tej uprawie, bardzo niejednakowe mają warunki rozwoju.

Uprawa głębsza, o której mówiłem, tak korzystna, nieraz niezbędna, jest prawie niemożliwą przy uprawie w zagony, a nawet w składy. Wykonanie samej orki najłatwiejsze przy uprawie płaskiej, trudniejsze znacznie przy zagonach, najbardziej mozolne jest przy składach, jeżeli te mają być prawidłowo wyorane. Oprócz trudności wykonania, pospiech sam w robocie, jest daleko większy przy uprawie płaskiej. Ciągłe regulowanie pługów, przy braniu nowej skiby, utrudnia wprowadzenie lepszych koleśnych pługów i kontrolę nad właściwą głębokością orki. Zresztą wszelkie dalsze czynności, jak włóczka siew rzędowy, sprzęt, są utrudnione, a każdy praktyk zrozumie chyba, o ile dogodniejszą jest orka płaska. Należy więc dążyć wszelkimi sposobami do zaprowadzenia takowej, lecz przedewszystkiem wiedzieć trzeba, kiedy jest możliwą, w jakim wypadku zagony lub składy mogą być usunięte, a kiedy mogą być potrzebne rzeczywiście i powinny być utrzymane.

Zagony czy składy, mogą być użyteczne z następujących powodów:

Gleba jest bardzo płytka i potrzebuje pogłębienia, co przez uprawę w zagony lub składy osiągamy. Wypadek ten mało nas dotyczy, bo miejsce mieć może w nadzwy-

czaj ekstenzywnych warunkach gospodarstwa, jakie dzisiaj jedynie u włościan spotkać można. Niedostatek kultury roli, czyli dokładniej wyrażając się, brak nawozu w dostatecznej ilości dla zaprowadzenia uprawy głębszej, najczęściej jest u nas przyczyną stosowania zagonów i składów. Mówiłem już o tem poprzednio, teraz tu tylko nadmienię, że tam gdzie ilość nawozu jest niedostateczną dla nawożenia co 4—5 lat każdego pola, tam lepiej zmniejszyć przestrzeń pól ornych, nawozić częściej i wprowadzić uprawę płaską. Można także dojść do tego bez zmniejszenia przestrzeni uprawnej, zmianą płodozmianu, wprowadzając odpowiednie rośliny azot zbierające, przy równoczesnem użyciu mineralnych nawozów bezazotowych. Tutaj nadmienię tylko ogólnie, że przy obecnych warunkach rolnictwa, korzystniej jest — naturalnie do pewnej miary prowadzić umiejętną intenzywną produkcyę z przestrzeni mniejszej, niż ekstenzywną z większej, gdyż koszta produkcyi nie zwiększają się w miarę ilości wyprodukowanych płodów, lecz zależą więcej od przestrzeni i większej robocizny tu użytej — w pierwszym więc wypadku koszta będą mniejsze.

Zagony i składy często bywają używane na ziemiach tak zwanych zimnych, gdzie każdy nadmiar wody niesłychanie szkodzi, a ziemia potrzebuje więcej niż gdzieindziej ciepła, aby rozkład w niej się mógł odbywać, a przez to i roślinność korzystnie rozwijała. Bezwątpienia zagony i składy, widoczny wpływ na poprawienie warunków zdrowotnych, takich gleb wywierają. Obecnie jednak wiemy dobrze, czego takim ziemiom brakuje, że przez wapnowanie stają się one czynnemi, ciepłemi, że po przeprowadzeniu tej melioracyi, zagony stają się niepotrzebne. Bezwątpienia, że dla uniknięcia samych zagonów, melioracya taka, możeby się nie opłaciła. Gdy jednak zważymy, ile korzyści innych pociąga wywapnowanie gruntów, potrzebujących tego, natenczas powinniśmy ją uważać jako konieczną, a przytem i zagony stają się zbytecznymi.

Potrzeba ogólna wapnowania, gdzieindziej omówioną będzie obszernie.

Niektórzy rolnicy utrzymują, że w naszych klimatycznych warunkach, zagony i składy są bardzo użyteczne, szczególnie ze względu na zimowe niebezpieczeństwa, którym podlegają oziminy. Ja tego nie mogę potwierdzić. Suche wiatry, wymrażające ozíminę przez jej wysuszenie, mniej szkodzą przy płaskiej uprawie, z powodu, że warstwa powierzchowna jest tutaj wilgotniejszą, bo jej wiatr nie wysusza tak prędko, i że śnieg jednostajniej może utrzymać się na powierzchni roli. Z zagonów i składów zostaje zdmuchany, i na środkach ich często zboże z niego ogołocone wymarza; widzieć to można często w praktyce. Inaczej wprawdzie rzecz się ma ze skorupą lodową, która łatwiej utworzyć się może na polu płasko pooranem, ile, że woda podczas odwilży z zagonów i składów spłynąć do bruzd może. Wszelako i pod tym względem, nie widzimy w praktyce wielkiego zabezpieczenia zagonami i składami — na nich również, a szczególniej na ostatnich, tworzy się podobnie jak na płaskiej uprawie lodowa skorupa. Gdy jest częściowa odwilż, tak, że śnieg topnieje, ale nie ginie całkowicie, natenczas woda jest przytrzymywaną przez śnieg, i nie spływa do bruzd. Spłynie wtenczas dopiero, gdy śnieg zginie całkowicie, ale i przy płaskiej uprawie woda wtenczas spłynie do przegonów, jeżeli te były w dostatecznej ilości i w odpowiednich miejscach porobione. Pod tym względem daleko wytrzymalszą jest pszenica niż żyto, i może przy uprawie tej ostatniej rośliny, na ziemiach drobnoziarnistych — uprawa w zagony, pewną korzyść przyniešćby mogła. W ogóle jednak, nie widzę z tego powodu klimatycznego potrzeby uprawiania u nas w zagony lub składy.

Najbardziej usprawiedliwionymi byłyby zagony i składy tam, gdzie mamy do czynienia z nadmiarem wilgoci, i w tych wypadkach mogą być potrzebne rzeczywiście, chodzi tylko o to, czy ten nadmiar wilgoci jest rzeczy-

wistym i czy nie można go uczynić nieszkodliwym lub usunąć.

Przedewszystkiem to, co nazywają w praktyce rolnicy nadmiarem wilgoci, nie jest terminem ściśle określonym. Często bardzo ten nadmiar jest tylko pozornym. Ziemie zimne, bezwapienne, pozornie zbytnio wilgotne, po wywapnowaniu przestają być takiemi; — rozkład w roli, przy tej samej wilgotności, odbywa się dostatecznie szybko, pobudzona wegetacya, ten nadmiar zużytkowywa; staje się on dla niej korzystny a nie szkodliwy. Chwasty znamionujące ziemię mokrą giną. Ziemie wilgotne później na wiosnę można dopiero uprawiać, podobnie w czasie lata i jesieni, robota uprawy ich częściej będzie przerwaną niż na suchych. Z tego powodu trzeba silniejszego i lepszego do nich inwentarza pociągowego, ale roślinność nie cierpi tu tak łatwo z powodu braku wilgoci; jeden rolnik nie zamożny na rolach takich nie da sobie rady, na czas nie uprawi; inny na nich piękne plony, przy tym samym niby nadmiarze wilgoci, będzie zbierał. W naszych warunkach klimatycznych, gdzie tak często jare zboża, a nawet pszenica, na suszę cierpieć muszą, bardzo ostrożnie wypędzać należy wodę z ziemi. Lepszy jej nadmiar pozorny i stosowanie się do niego, aniżeli brak, któremu zaradzić nie możemy. Ilość opadów w czasie wegetacyi u nas, mało co większą jest niż potrzeba roślin wymaga, a często znacznie mniejszą. Jeżeli który rolnik narzeka na nadmiar wilgoci pól swoich, to przedewszystkiem przyczyny tego powinien szukać w zamoczeniu ich wodą z innych pól lub przestrzeni pochodzącą. Bez porównania częściej, a może zawsze powinniśmy mówić nie o polach mokrych, ale o polach zamoczonych. Pierwszym więc warunkiem zabezpieczenia się od nadmiaru wilgoci, jest niedopuszczenie zamoczenia skądkolwiek. Jeżeli więc zagony mają być potrzebnymi i użytecznymi na rolach nadmiernie wilgotnych, powinny rzeczywisty nadmiar wody odprowadzać i chronić od zamoczenia pól niższych przez wodę pochodzącą z pól wyższych.

Zanim do tego przystąpię, potrącić muszę kwestyę drenowania.

Nikt chyba nie wątpi, że drenowanie w radykalny sposób usuwa nadmiar wilgoci z roli. Najsłabiej działa ono tam, gdzie sama gleba i podglebie są trudno przepuszczalne, bo woda z powierzchni roli, dosyć szybko nie może do drenów przesiąknąć. Nieraz w tym wypadku, pomimo drenów, ułatwić trzeba spłynięcie powierzchownej wody, orząc w zagony lub składy. Dreny najenergiczniej działają na rolach mokrych, z powodu wody zaskórnej, tak zwanych sapowatych, z warstwą nieprzepuszczalną leżącą głębiej w podłożu. W tym jednak wypadku, ponieważ sama gleba i podglebie bywają łatwo przepuszczalne, dreny mogą usunąć nietylko nadmiar, ale nawet i część potrzebnej wilgoci. W pierwszym, powyżej opisanym wypadku, nie jest to tak łatwo możliwe. Risler pisze, że we Francyi często nadużyto drenów tam, gdzie nie były potrzebne, bo brano przykład z klimatu dżdżystego Anglii. U nas tembardziej nad tą okolicznością należałoby się zastanowić.

Drugim ważnym względem, który należy brać pod uwagę przy projektowaniu drenowania jest koszt jego w stosunku do przewyżki plonów przez to osiągniętych. Tam gdzie ziemia z natury bogata, wkład taki opłacić się musi, wartość jej rzeczywista podnieść się musi; ale gdy weźmiemy pod uwagę ziemie sapowate, z wodą zaskórną, gdzie właśnie dreny najsilniej i najwidoczniej działają, to bardzo często, przeciwne warunki napotkać możemy. Ziemie te jakkolwiek nadmiernie wilgotne, w glebie swej mogą być lekkie i ubogie, i wtedy zdarzyć się może, że nie opłacą drenowania, bo z natury swej zbyt małą wartość przedstawiają, nawet zdrenowane nie będą przedstawiać wielkiej wartości. Przewyżka plonów po drenowaniu, powinna po pewnej liczbie lat zwrócić koszty na to wydanie. Tymczasem łatwo mieć pod tym względem zawód.

Z drenowaniem należy być ostrożnym, uważać je za ostateczny środek, którego użyć należy, skoro półśrodki

nie wystarczają. Technicy melioracyjni nigdy się nie troszczą o to, czy rolnik będzie miał zysk, czy nie, to pozostawiają rozumowi rolnika, ich całem zadaniem dobre techniczne wykonanie drenowania. O tem nikt nie powinien zapominać, jeżeli nie chce doznać zawodu. I to jest powodem, że właśnie te półśrodki, jak je nazwałem, dążące do usunięcia nadmiaru wody lub uczynienia go nieszkodliwym, bez użycia kosztownych drenów, tak mało były badane. Pożałowania godną jest rzeczą, że w pracach melioracyjnych, wyłącznie dreny są studjowane, i to przeważnie ze strony czysto technicznej. W tak ważnej sprawie, jaką jest obniżenie wody zaskórnej przez przejęcie jej rowami otwartymi, lub wężami drenowymi, albo przez ułatwienie jej odpływu, prawie żadnych prac nie mamy. Rolnik tymczasem te właśnie mało kosztowne środki wyczerpać powinien, zanim zdecyduje się na systematyczne drenowanie. O tych właśnie sposobach i stosunku ich do uprawy w zagony lub składy teraz mówić będę.

Rola może być mokrą w braku dostatecznego spadku, albo z powodu, że jej gleba i podglebie są zwięzłe, i trudno przepuszczalne, albo, że pod nią znajduje się w podłożu warstwa nieprzepuszczalna, na której zbiera się tak zwana woda zaskórna. Podobnie pole może być zamoczone wodą spływającą z wyższego pola, bądź po powierzchni, bądź też spodem, po warstwie nieprzepuszczalnej.

Obydwa te wypadki osobno rozpatrzyć musimy, bo środki zaradcze są inne.

A. Grunty z trudno przepuszczalną warstwą wierzchnią:

Stopień wilgotności tych gleb i jej szkodliwość zależy od pewnych naturalnych lub sztucznych okoliczności.

a) Przedewszystkiem wpływa tu, rzecz prosta, spoistość ziemi, albo dokładniej mówiąc, ilość miału w roli zawarta. Im tego jest więcej, tem przepuszczalność będzie trudniejszą. Opierając się na tem technicy francuzcy, chcieli określić naukowo potrzebę drenowania, wyrażając się, że

ziemie zawierające do 30% miału, (przy 0,2 mm. chyżości wody szlamującej), nie potrzebują drenowania. Na ziemiach w miał obfitszych, drenowanie już może być potrzebne. Jakkolwiek bardzoby było pożądanem, postawienie pewnej zasady naukowej, wskazującej potrzebę drenowania danej ziemi, to jednak z powodu komplikacyi warunków przesiąkania, zasada powyższa okazała się niedostateczną. Łatwość bowiem przesiąkania wody zależy i od innych okoliczności, a przedewszystkiem od tego, czy gliniasta warstwa jest uwarstwowaną lub nie.

b) Glina niewarstwowana przy wysokiej nawet zawartości miału, może być dostatecznie jeszcze dla wody przepuszczalną, ta bowiem pomiędzy bezładnie ułożonemi drobnemi i grubszemi cząstkami, przewody jeszcze wynajdzie. Glina takiego samego składu fizycznego, lecz uwarstwowana, może być zupełnie nieprzepuszczalną.

c) Wreszcie trzecią ważną, naturalną okolicznością wpływającą na stopień wilgotności roli, w powierzchni swej nieprzepuszczalnej, jest pochyłość powierzchni samej, czyli spadki pola; jasną jest rzeczą, że przy spadkach mocniejszych, nadmiar wody nie mogącej wsiąknąć, spłynie z powierzchni. Tutaj za granicę spadków, można przyjąć 1:150. Tam więc, gdzie spadki są mniejsze niż 1:150, trzeba sztucznie dopomagać wodzie do spłynięcia z powierzchni. Oprócz powyższych naturalnych czynników na stopień wilgotności resp. szkodliwości tejże, wpływają następujące sztuczne.

d) Głębokość uprawy ułatwia przesiąkanie wody; rzeczą jest jednak jasną, że dla samego usunięcia szkodliwości nadmiaru wilgoci, nikt nie zdecyduje się na wprowadzenie uprawy głębszej, ta bowiem jest możliwą tylko wobec odpowiedniej ilości obornika, jak to obszernie poprzednio mówiłem. Gdyby zaś rolnik, przy niedostatecznej ilości nawozu, rolę uprawił głęboko, to właśnie na mokrej glebie na duże straty mógłby być narażonym. Uprawa głębsza, jest tu pożądaną, o ile inne okoliczności na to pozwalają.

e) Wapnowanie pól bezwapiennych, o czem już mó-

wiłem, przyczynia się silnie do pobudzenia rozkładu materyałów pożywnych ziemi, a przez to pobudza i wegetacyę, która w miarę wzrastającej bujności zużywa większą ilość wody. Pewien jej nadmiar poprzednio nawet szkodliwy, stać się może przez to użytecznym. Role też bezwapienne, pod względem swej wilgotności bardzo się zmieniają i przez tę melioracyę, dla ogólnych przyczyn tak wskazaną, pewien nadmiar wody, poprzednio szkodliwy, uczynić możemy nieszkodliwym.

f) Ważny wpływ na tych ziemiach wywiera umiejętnie przeprowadzona uprawa w zagony i składy — o ile te role po wywapnowaniu, jeżeli były bezwapienne, jeszcze szkodliwość nadmiaru wilgoci okazywać będą. Przy tej uprawie na trzy okoliczności należy zwracać uwagę. Najprzód forma powierzchowna zagonów, a głównie składów, powinna być taką, aby woda rzeczywiście do bruzd spływała. Przy zagonach łatwiej temu zadosyćuczynić. Daleko trudniej przy składach; w praktyce tak często widzimy składy nie wypukłe lecz wklęsłe w pewnych miejscach, do tego nawet stopnia, że woda z bruzdy na skład wpłynąć może. Orka w składy jest trudną i wymaga wprawnych oraczy.

Następnymi warunkami celowi odpowiadającej uprawy w zagony i składy, są: właściwy kierunek orki i niedopuszczenie zamoczenia pól niższych wodą spływającą z wyższych.

Te względy szczegółowo rozpatrzyć musimy. Kierunek orki. Jeżeli przeglądamy gospodarstwa, to zauważyć musimy, że bardzo często kierunek zagonów i składów jest zupełnie wadliwym, w żadnej bowiem nie pozostaje zależności od spadków. Niejeden rolnik uporczywie trzyma się zagonów i składów, niby dla nadmiaru wilgoci, — te tymczasem u niego zupełnie swego celu nie osiągają a to z powodu złego kierunku. Powodem tego jest okoliczność że zwykle podziału pól dokonywali geometrzy bez dostatecznego udziału rolnika, — dzielili pola tak, jak było im

im wygodniej, a przedewszystkiem, aby one przedstawiały regularne figury geometryczne.

Przytem nie zwracali uwagi często na naturę gleby nawet, a tembardziej na spadki. Z tego powodu nieraz widzimy to samo pole obsiane w części pszenicą, w części żytem — bo różne gleby są w niem pomieszczone, najczęściej zaś kierunek orki zupełnie niewłaściwy.

Dawniej uprawiano przeważnie w zagony suche i mokre ziemie i tej ogólnej trzymano się zasady, aby się one ciągnęły z północy na południe, w tym celu, żeby słońce obydwa boki zagona jednako rozgrzewało. Dlatego miedze rozgraniczające pola i kierunek orki był prawie wyłącznie z północy na południe. Unikając zbytniej wypukłości zagonów uzyska się dostatecznie równe rozgrzanie promieniami słonecznymi, a kierunek zagonów stosować należy do spadku a nie do słońca.

Woda tem powolniej płynie rowem, im mniejszy tenże posiada spadek, a także im dłuższą jest linia (w przekroju) zamaczana wodą w stosunku do objętości wody. W ostatnim bowiem razie tarcie wody o ziemię (boki i spód rowu) jest większe i to ją wstrzymuje. Z tego powodu, przy takich samych spadkach, będzie woda spływać najwolniej bruzdą, prędzej już przegonem (wodnicą), a najprędzej rowem. Jeżeli jednak chcemy, aby jednakowo szybko spływała, natenczas powinniśmy dać bruzdom spadek najsilniejszy, przegony mogą mieć mniejszy, rowy zaś najsłabszy.

Jeżeli ogólne spadki pola są małe, mniejsze niż 1:150 natenczas trzeba orać w kierunku najsilniejszego spadku, jeżeli chcemy, aby woda bruzdami dostatecznie szybko spływała. W tym wypadku nieraz nie można się obejść bez niwelacyi, gdyż na oko trudno tak słabe spadki oznaczyć. Nie mogę tu wchodzić w szczegóły robienia niwelacyi, opisać tu jednak muszę jej wynik, to jest plan niwelacyjny, dający obraz spadków, jakie na danej przestrzeni znajdujemy. Na każdym takim planie znajdujemy linie, które łączą punkty leżące w jednakowej wysokości.

Fig. 1.

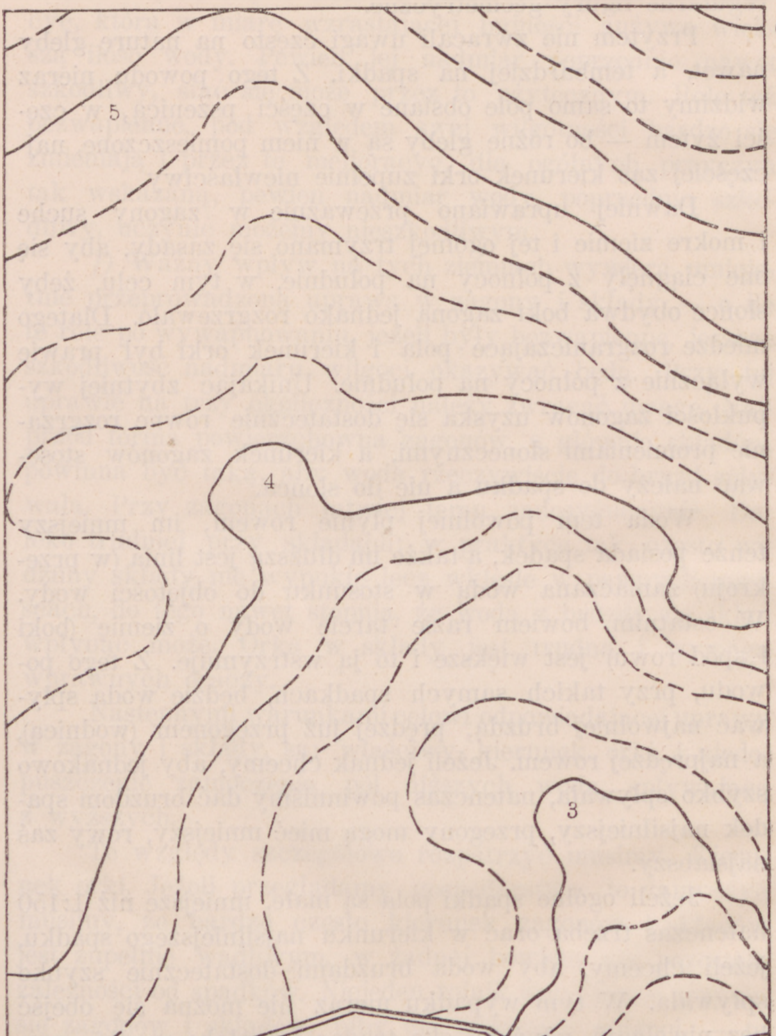
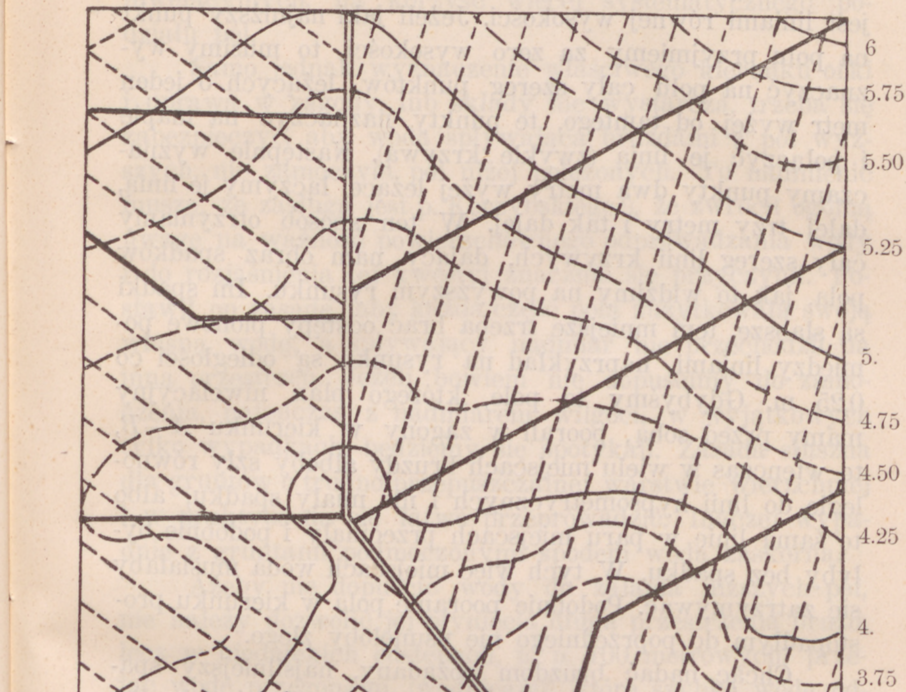
A.  B.

Fig. 2.



Linie te są więc poziome, a nazywamy je izohypsami, to jest liniami równej wysokości. Jeżeli jaki najniższy punkt na polu przyjmiemy za zero wysokości, to musimy wyznaczyć na polu cały szereg punktów, leżących o jeden metr wyżej od tamtego, te punkty naznaczyć na mapie i połączyć je linią (zwykle krzywą). Następnie wyznaczamy punkty dwa metry wyżej leżące, łączymy je linią, dalej trzy metry i tak dalej. W ten sposób otrzymamy cały szereg linii krzywych, dający nam obraz spadków pola, jak to widzimy na powyższym rysunku. Im spadki są słabsze, tem mniejsze trzeba brać odstępy pionowe pomiędzy liniami, naprzykład na rysunku są odległości co 0,25 m. Gdybyśmy to pole, którego plan niwelacyjny mamy przed sobą, poorali w zagony w kierunku *A—B*, to wtenczas w wielu miejscach bruzdy alboby szły równolegle do linii hypsometrycznych i nie miały spadku, albo tę samą linię w paru miejscach przecinały i podobnie byłyby bez spadku. W tych więc miejscach woda musiałaby się zatrzymywać. Podobnie pooranie pola w kierunku prostopadłym do poprzedniego nie usunęłoby złego.

Chcąc nadać bruzdom pożądany, najsilniejszy spadek, należy orać prostopadle do linii niwelacyjnych. Ponieważ jednak te linie są krzywe, to chcąc się tej zasady trzymać, musielibyśmy i orkę w liniach krzywych wykonać. To jest jednak niemożliwe i dlatego przy obraniu kierunku orki trzeba się starać o ile możności zbliżać do tego prostopadłego kierunku. Gdy jednak odchylenie od zasadniczego kierunku i to na większej przestrzeni pola, zacznie się stawać duże, natenczas trzeba zakończyć granicę pola, a dalej obrać nowy kierunek zagonów. Urządzenie takie widzimy na fig. 2, na której jest to samo pole jak obok, tylko z kierunkami orki zmienionymi, podług najsilniejszego spadku.

Trzymając się ściśle tej zasady, natrafiamy często na tę niedogodność, że musimy utworzyć pola małej stosunkowo przestrzeni i o bardzo zmiennym kierunku orki. Tam też gdzie spadki są już silniejsze niż 1 : 150, możemy

robić ustępstwa od kierunku orki prostopadłego do linii niwelacyjnych, na korzyść więcej systematycznego podziału pól.

Samo jednak wyznaczenie właściwego kierunku orki i uprawa w zagony, lub składy nie wystarcza, trzeba się zabezpieczyć, aby woda spływająca bruzdami z pól wyższych, nie zamoczyła pól niżej położonych. Tu nadmienić muszę, że zasługą jest p. Korzybskiego[1]), że zwrócił ogólną uwagę na ważność powierzchownego odprowadzania wody i do rozjaśnienia tej kwestyi znacznie się przyczynił. Postawił on zasadę, aby każda część pola zużytkowała swoją własną wodę, a spływający nadmiar nie przechodził na inną przestrzeń. Jeżeli bowiem nie dopuścimy do zamoczenia, natenczas z nadmiarem wilgoci, w wyjątkowych tylko wypadkach, będziemy się spotykali. Zasada słuszna dla gruntów o trudno przepuszczalnej warstwie wierzchniej i w praktyce da się łatwo przeprowadzić. Inaczej wypadnie z gruntami podmoczonymi spodem wodą zaskórną.

Ażeby nie dopuścić wody do zalania niższych pól, nie należy dozwolić jej płynięcia długą przestrzenią bruzd, lecz w niedalekich odstępach, n. p. 100 metrowych, przejąć wodę przegonami, (wodnicami), które szybko wodę odprowadzając, nie dozwalałyby wsiąkać jej w bruzdach, a także nie dopuszczały przelewania się z jednej części pola na drugą. Przegony takie widzimy na polu fig. 2. Przegony te mają mniejszy już spadek niż bruzdy, lecz wystarczający jeszcze do szybkiego odprowadzenia wody; prócz tego bruzdy po stronie niższej powinny być przy przegonach pozatykane ziemią, aby woda z przegonu do niższych bruzd dostać się nie mogła. Woda z przegonów ścieka do rowów o brzegach płaskich, nie utrudniających przejazdu lub roboty w polu.

Gdyby więc nie inne niedogodności uprawy w zagony i składy, powyższym sposobem możnaby grunty z warstwą wierzchnią trudno przepuszczalną rzeczywiście

---

[1]) Porów. «Metoda p. Korzybskiego w praktyce».

w znacznej części zabezpieczyć od nadmiaru wilgoci. Tam więc, gdzie rolnik nie chce lub nie może robić nakładu na drenowanie, ten sposób zastosować powinien. Prócz tego, sposób ten i tam będzie mógł być korzystnym, gdzie pomimo drenów, z powodu trudno przepuszczalnej gleby nadmiar wody byłby szkodliwy.

Teraz przejdziemy do drugiej kategoryi ziem mokrych, z glebą i podglebiem przepuszczalnem, lecz z warstwą nieprzepuszczalną, głębiej w podłożu leżącą, na której zbiera się tak zwana woda zaskórna.

Na ziemiach tych dreny działają bardzo energicznie, często zbyt silnie osuszają, zagonowa zaś uprawa działa bezporównania słabiej. Pomimo to, częściej tu zagony niż dreny spotkać powinnibyśmy, ile że te ostatnie za drogie nieraz byłyby w porównaniu do rzeczywistej wartości tego rodzaju ziem po ich zdrenowaniu. Skoro jednak dreny tu często nie opłacają się, a zagonowa uprawa należycie nie zabezpiecza, więc należy szukać innych jeszcze sposobów usunięcia złego. Sposoby te polegają na obniżeniu poziomu wody zaskórnej, tutaj szkodliwej i rzeczywiście w bardzo wielu wypadkach można tym sposobem znakomite osiągnąć rezultaty. Szkoda tylko, że kwestya wody zaskórnej jest przy melioracyach dążących do osuszenia tak mało badana.

Co jest woda zaskórna? Woda pochodząca z opadów atmosferycznych, przesiąkając wierzchnie przepuszczalne warstwy, gdy głębiej spotka warstwę nieprzepuszczalną, zbiera się na niej, wypełniając całkowicie przestwory ziemi, czyli tworzy w ziemi warstwę wody cieńszą lub grubszą, zależnie od okoliczności. Dno tej warstwy tworzy nieprzepuszczalne podłoże; powierzchnię jej nazywamy zwierciadłem lub poziomem wody zaskórnej.

Woda ta zaskórna, jak to później zobaczymy, zwykle nie stoi w miejscu, zależnie od okoliczności podlega podobnie jak woda w rzekach ruchowi, lecz powolniejszemu. Wody zaskórne są to niejako płynące powoli podziemne strumienie lub rzeki. Aby woda zaskórna mogła

podlegać temu ruchowi, musi się znajdować w warstwach ziemi dostatecznie luźnych, na ruch ten dozwalających. Stąd wodę zaskórną spotykamy zwykle w luźnych utworach dyluwialnych lub aluwialnych, w osadach dawniejszych formacyi znacznie rzadziej. Piaskowiec, wapień, napawa się wodą, ale nie może przedstawiać odpowiednich warunków dla utworzenia się w nim rzeczywistej wody zaskórnej.

Warstw nieprzepuszczalnych może być kilka, a stąd i kilka warstw wody w ziemi. Tylko ta jednak warstwa wody, która najbliżej powierzchni ziemi na pierwszej nieprzepuszczalnej warstwie się utrzymuje, będzie wodą zaskórną. Z następnemi warstwami w rolnej praktyce nader rzadko się spotykamy i one podlegają innym prawidłom niż woda zaskórna, są bowiem pod ciśnieniem tak zwanem artezyjskiem. Szkodliwość wody zaskórnej zależy od jej odległości od powierzchni ziemi. Przyznać muszę, że nie łatwą jest rzeczą, ostateczne granice tu oznaczyć. Zwykle się przypuszcza, że jeżeli woda zaskórna nie zbliża się bardziej niż na jeden metr do powierzchni roli, natenczas nie jest szkodliwą; przyjąć tę miarę można, jeżeli chodzi o uprawę roślin płytko korzeniących się, n. p. kłosowych.

Skoro jednak uwzględnimy rośliny głęboko sięgające korzeniami, n. p. koniczyny, buraki, natenczas nie powinniśmy dozwolić na większe zbliżenie wody, jak półtora metra od powierzchni, inaczej będzie szkodliwą.

Gdy odległość poziomu wody tej jest mniejsza, do pewnej granicy może być nawet korzystną, utrzymując stale wilgoć, jak to widzimy przy uprawie torfowisk lub w gruntach nadrzecznych. Woda jednak zaskórna, prawie nigdy nie pozostaje w jednym poziomie, podnosi się lub obniża, zależnie od okoliczności, które poznamy później. Im większym ruchom podlega, tem szkodliwszą stać się może, występując wprost nawet na powierzchnię ziemi. Takie warunki są najgorsze, bo przestrzeń dana, ani polem, ani dobrą łąką być nie może; jako pole jest chwilowo za mokra,

Fig. 1.

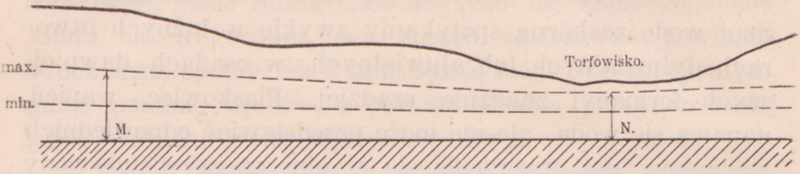


Fig. 2.

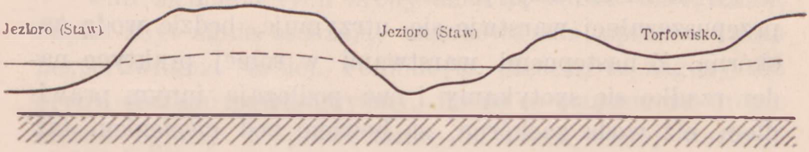


Fig. 3.

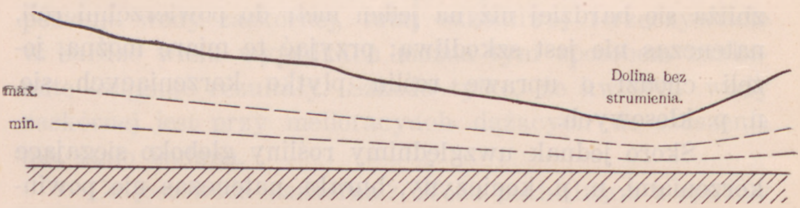


Fig. 4.

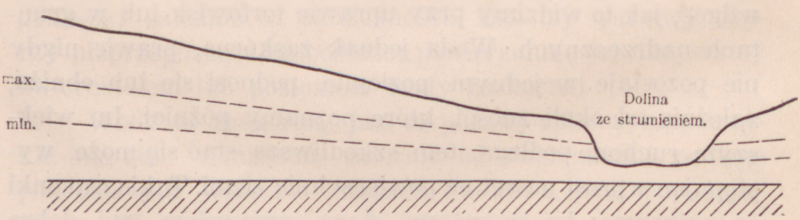


Fig. 5.



Fig. 6.

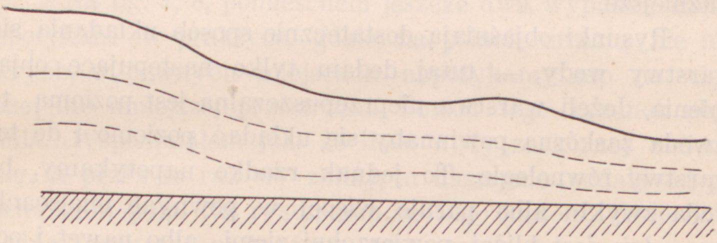


Fig. 7.

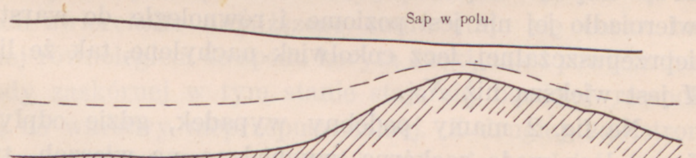
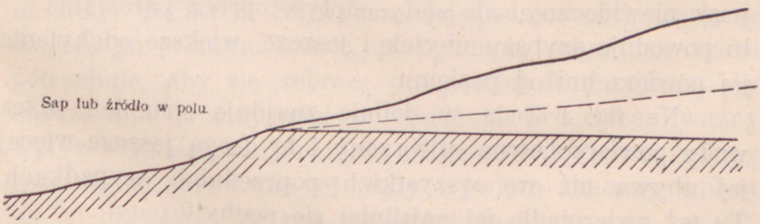


Fig. 8.



jako łąka chwilowo za sucha. W środkach więc zaradczych przeciwko wodzie zaskórnej nietylko chodzić powinno o obniżenie w danym razie jej poziomu, lecz także o możliwe doprowadzenie do jak najmniejszych zmian w poziomie. Nietylko o odpływ jej, ale i o utrudnienie dopływu dbać należy.

Teraz poznać musimy prawidła, podług których układa się ta warstwa wody i jak ruchowi podlega. Niemożliwem jest wyczerpanie tutaj wszystkich wypadków, jakie w praktyce moglibyśmy napotkać, omówię więc ważniejsze.

Rysunki objaśniają dostatecznie sposób układania się warstwy wody, — tutaj dodam tylko następujące objaśnienia. Jeżeli warstwa nieprzepuszczalna jest poziomą, to i woda zaskórna powinnaby się układać poziomo i do tej warstwy równolegle. To jednak rzadko napotykamy, bo woda zwykle albo paruje więcej w pewnych miejscach, tam gdzie jest bliżej powierzchni ziemi, albo nawet i odpływa. Na fig. 1 mamy wypadek, gdzie woda jest bez odpływu, ale z zagłębienia ziemi, pokrytego może torfem, paruje więcej niż pod wzgórzem na lewo. Z tego powodu zwierciadło jej nie jest poziome i równoległe do warstwy nieprzepuszczalnej, lecz cokolwiek nachylone, tak że linia *M* jest większą niż *N*.

Na fig. 2 mamy podobny wypadek, gdzie odpływu niema, lecz woda zaskórna wychodząc na wierzch, tworzy jeziora lub stawy, stąd parowanie jest jeszcze silniejsze niż na fig. 1, a przez to zwierciadło wody jeszcze bardziej od poziomu odchylone.

Na fig. 3 woda dochodzi do doliny i tu ma jakkolwiek niewidoczny, ale stały odpływ oprócz parowania — to powoduje szybszy ubytek i jeszcze większe odchylenie jej powierzchni od poziomu.

Na fig. 4 woda w dolinie znajduje strumień przez wody powierzchowne utworzony i tą drogą jeszcze więcej jej ubywa niż we wszystkich poprzednich wypadkach. Tu też zwierciadło jej najsilniej się pochyliło.

Na fig. 5 widzimy nieprzepuszczalne podłoże bardzo faliste, a stąd poziom wody zaskórnej w niedalekich odległościach bardzo różnie jest odległy od powierzchni ziemi i nie tworzy nawet jednostajnej warstwy wodnej.

Jeżeli warstwa nieprzepuszczalna jest pochyłą, natenczas spływa woda zaskórna w kierunku spadku. Ruch wody tem szybszy będzie, im warstwa ta będzie miała większą pochyłość, a prócz tego im ubytek wody w miejscach najniższych będzie większy, bądź to przez parowanie, lub jeszcze lepiej przez odpływ.

Na fig. 7, 8, pomieściłem jeszcze dwa wypadki, często spotykane w praktyce, gdzie na polach zresztą nie mokrych, w pewnych miejscach napotykamy sap na większej lub mniejszej przestrzeni. Powód tego rysunek objaśnia. Wspomniałem już, że ilość wody zaskórnej zmienia się, a przez to raz się zbliża, a następnie oddala od powierzchni pola. Na rysunkach spotkać możemy dwie linie; jedna oznacza najwyższy stan wody tej, naznaczony max(imum), druga stan najniższy min(imum). Rzecz tu podobnie się przedstawia jak w rzekach, które też mają najwyższy i najniższy stan wody; podobnie też jak w rzekach zwierciadło najniższego stanu staje się coraz bardziej równoległem do spodu koryta rzeki, tak i powierzchnia wody zaskórnej w tym stanie staje się bardziej równoległą do warstwy nieprzepuszczalnej. Z drugiej zaś strony jak najwyższy stan wód rzeki, staje się bardziej równoległym do powierzchni gruntu, tak i najwyższy stan wody zaskórnej.

Podnoszenie się i obniżanie wody zaskórnej, czyli jej ilość, zależy przedewszystkiem od ilości opadów, bo z nich ta woda pochodzi. Najwyższe jej podniesienie, następuje dopiero po pewnym czasie, po opadach, gdyż ona czasu potrzebuje, aby się zebrać: najczęściej do maximum dochodzi w 3 do 4 tygodni po opadach. Prócz tego ważny wpływ wywiera temperatura i wilgotność powietrza, wiemy bowiem, że parowanie tej wody wywiera znaczny wpływ na jej układanie się pod powierzchnią ziemi.

Bardzo ważną okolicznością dla praktyki rolnej jest różnica pomiędzy maximum i minimum stanu tej wody, im różnica jest większa, tem gorzej, bo grunt zanadto zmienia swe własności, ani na pole, ani na łąkę przydatnym nie jest. Różnica ta zależy od dwóch okoliczności: najprzód od formy powierzchni warstwy nieprzepuszczalnej, to jest, czy woda z dużej przestrzeni spływając, zbiera się na małą przestrzeń, a następnie od łatwości odpływu; w tym ostatnim wypadku przeciwdziałać możemy.

Badanie wody zaskórnej. — Chcąc sobie zdać jasno sprawę z przyczyny i sposobu zamoczenia pól wodą zaskórną w pewnej miejscowości, należy zbadać tę wodę. W tym celu obiera się kilkanaście punktów na polach zamoczonych i im przyległych i oznacza się ich wysokość wzajemną przy pomocy niwelacyi i to przenosi się na mapę. W punktach tych wierci się świdrem dziury w ziemi tak głęboko, aż się nie dosięgnie wody. Następnie miarą oznacza się odległość tej wody od powierzchni ziemi i wpisuje się odpowiednią wysokość zwierciadła wody zaskórnej w punktach oznaczonych. Tym sposobem mamy niwelacyą powierzchni wody zaskórnej, podobnie jak powierzchni ziemi. Mierzenie takie trzeba od czasu do czasu powtarzać, aby w końcu oznaczyć położenie zwierciadła wody zaskórnej, przy jej najniższym i najwyższym stanie. Jeden rok badania często nie wystarcza, bo bywają lata suche i mokre, a od tego stan wód podziemnych zależy. Jeżeli na przestrzeni badanej lub w pobliżu są stawy, jeziora, strumienie lub rzeki, natenczas zawsze trzeba połączyć mierzenie stanu wody w nich z niwelacyą wody zaskórnej, aby wiedzieć, w jakim wzajemnym związku pozostają. Dziury, w których się bada wodę, robi się świdrem średnicy 3 cali, a zatyka kołkiem z drzewa, aby nie zniszczały. Dziury takie zatkane trzymają się długo. Badania takie pozornie mozolne, są dla rolnika bardzo interesującemi, przez nie bowiem rozjaśnia mu się przyczyna zbytniej wilgotności pewnych przestrzeni, poprze-

dnio nieraz niewytłómaczona. Nadmienić tu jednak muszę, że czasami warunki te są tak skomplikowane, że nie zawsze ostatecznie do jasnego rezultatu dojść można — ale to wyjątek. Gdy zbadamy położenie wody zaskórnej, gdy wiemy skąd przychodzi, gdzie odpływa, jak dalece zbliża się do powierzchni roli, w jakim stosunku stoi z wodami na powierzchni ziemi, natenczas możemy pomyśleć o środkach zaradczych.

Środki te, jak wspomniałem są dwojakiego rodzaju: 1) Utrudnienie dopływu wody zaskórnej do miejsc niższych. 2) Ułatwienie jej odpływu. Jedno i drugie zdąża do obniżania zwierciadła i do zmniejszania różnicy pomiędzy najwyższym i najniższym jego stanem.

Środki w tym celu stosowane, mogą być różne, zaczniemy od zagonów.

Zagony na ziemiach tej kategoryi działają w sposób następujący. Z przestrzeni zoranej w zagony woda szybciej z powierzchni spływa, przez to mniej jej wsiąka, a stąd ilość wody zaskórnej zostaje zmniejszoną. Działanie zagonów jest najsilniejsze wtenczas, gdy ziemia na wiosnę jeszcze zmarznięta i wsiąkać nie może — gdy bowiem ziemia rozmarznie, wody nie będzie już na powierzchni. Podobnie działają zagony, jakkolwiek słabiej podczas ulewnych deszczów — część wody szybko spłynie, a niema czasu na wsiąkanie. W ten sposób działają zagony na zmniejszenie ilości wody zaskórnej, a przez to na obniżenie jej stanu. Drugi wpływ zagonów ujawnia się w ten sposób, że na rolach tych, gdzie woda zaskórna w pewnych porach roku tak się podnosi, że występuje na powierzchnię ziemi, zagony dopomagają do jej szybszego odpływu i parowania. Widzieć to można w póżnej jesieni (w mokrej porze) i na wiosnę. Wtenczas woda pokazuje się w bruzdach i z tych odpływa, zaś z powierzchni zagonów paruje. Przy uprawie płaskiej tylkoby parowała. W tym wypadku zagony ułatwiają odpływ wodzie zaskórnej. Wreszcie przez uprawę w zagony poziom roli

podnosi się nieco nad wodę, przez to rośliny mniej cierpią; ziemia szybciej obsycha i prędzej się rozgrzewa.

Mimo to wszystko, działanie zagonów na nadmiar wody jest słabe i o lepszej uprawie myśleć nie można, tak, że szukać innych środków trzeba dla osuszenia pól. Przedewszystkiem należy zbadać, czy się nie da zatrzymać wody zaskórnej, podsiąkającej z pól wyższych. Często jest to możliwe. Przez przekopanie poprzecznych rowów skośnych do ogólnego spadku, lub przez założenie poprzecznych paru linii rurek drenowych, można w bok odprowadzić wodę zaskórną i nie dopuścić jej do przelania się na pola niższe.

Najsilniejszy jednak wpływ na obniżenie wody zaskórnej, wywiera ułatwienie jej odpływu. Uskutecznić to można w rozmaity sposób, zależnie od miejscowych okoliczności. Jeżeli woda niema odpływu, jak na fig. 1 str. 328, a tylko paruje z wgłębień pomiędzy polami, natenczas, jeżeli jest możliwe, należy od tego wgłębienia rów przekopać i wodę zaskórną spuścić, chociażby woda na powierzchni nie była widoczną.

Jeżeli mamy między polami sadzawkę, staw, jeziorko lub jezioro, wtenczas jak z fig. 2 widzieliśmy, woda z ich powierzchni energiczniej paruje, niż z torfowiska, ale pomimo to może nie mieć odpływu, dojść wysokiego stanu i zamoczyć pola sąsiednie. W takim razie należy te stojące wody spuścić lub poziom ich obniżyć, a przez to sąsiednie pola mogą być osuszone. Prawie nigdy dochód z ryb takiego stawu nie pokryje strat spowodowanych przez zamoczenie pól sąsiednich.

Tu jednak na ważną okoliczność muszę zwrócić uwagę. Jeżeli staw jest między polami gliniastemi, to woda w nim pochodzi, jeżeli strumieniem nie dopływa, z powierzchownej wody, z pól spływającej. W gruntach takich wody zaskórnej niema i staw taki nie powoduje zamoczenia pól. Widzieć można w praktyce w gliniastych gruntach stawy do samych brzegów, na których nawet prawi-

dłową uprawę buraków cukrowych się prowadzi. Tymczasem, jeżeli staw jest pośród pól lżejszych, piasczystych, to naokoło niego zwykle widzimy pola mokre, sapowate. Woda w tym stawie pochodzi z wody zaskórnej, jak na fig. 2. Takie właśnie stawy nie powinny być cierpiane. Praktyka wykazuje, że spuszczenie lub obniżenie wody w takich stawach jeszcze w odległości znacznej od nich, a zależnej od spadku, widocznie na obniżenie wody zaskórnej oddziaływa.

Jeżeli woda zaskórna ma odpływ jak na fig. 3 lub 4 str. 328 natenczas należy ten odpływ ułatwić. Jeżeli jest mokra dolina bez strumienia, to powinno się rów w najniższem miejscu przekopać, którymby mogła woda zaskórna odpływać. Jeżeli w dolinie jest strumień, jak na fig. 4, to trzeba się starać obniżyć wodę w tym strumieniu przez jego rozszerzenie, lub wyprostować, jeżeli płynie serpentynami. Gdyby się to nie dało, należy w pewnej od niego odległości i równolegle rów przekopać, dać w rowie spadek mniejszy niż w strumieniu i poniżej rów do strumienia wpuścić. Jeżeli młyn tamuje odpływ strumienia, należy go tym rowem obejść i za młynem wodę z rowu wypuścić.

Niemożliwą jest rzeczą wyczerpać tutaj wszystkie wypadki i od nich zależne środki, dążące do obniżenia stanu wody zaskórnej, a przez to osuszania pól od niej cierpiących. Nadmienię tylko, że w tym kierunku zrobić bardzo wiele można, nie uciekając się do drenowania. Gdyby wszakże te środki nie wystarczały, to wtenczas, jeżeli rolnik obliczy, że się opłaci kosztowne osuszenie, może ostatecznie zastosować dreny, które bezwarunkowo osuszą i uczynić mogą zagony niepotrzebnymi. Nieraz jednak, nie uciekając się do tego ostatecznego środka sposobami powyżej opisanymi, do tego stopnia można obniżyć wodę zaskórną, że wprowadzenie uprawy płaskiej, jeżeli inne względy jeszcze na to pozwalają, staje się możliwem.

Pisząc o wodzie zaskórnej, dodać tu jeszcze muszę,

że w niej rozpuszczone są mineralne połączenia. Przy parowaniu jej w nizkich miejscach, role te osadzają się i dają powód do nowo powstających utworów, najczęściej żelazistych, całkiem niepożądanych, bo zwykle szkodliwych.

Opisałem grunty mokre z powodu trudno przepuszczalnej warstwy wierzchniej, następnie ziemie mokre, z powodu trudno przepuszczalnej warstwy podłoża, więc z wodą zaskórną, nadmienić tu jeszcze muszę, że w praktyce można spotkać role mokre z obu przyczyn, zamoczone spływającą powierzchowną wodą i podsiąkającą wodą zaskórną. Na to więc należy zwracać uwagę.

Jeżeli na gruntach pierwszej kategoryi zauważymy, że kierunek orki nie jest odpowiednim, że nie czyni zadosyć zasadom poprzednio opisanym, natenczas chcąc wyciągnąć korzyść z uprawy zagonowej, należy ten kierunek zmienić na właściwy. Przeprowadzenie zmiany kierunku orki przy uprawie w zagony lub składy, jest rzeczą trudną i bardzo systematycznie powinna być dopełnianą. Pomimo wszelkich ostrożności jednak, znać będzie w zbożu dawne zagony lub składy przez lat kilka następnych. Zmianę taką najlepiej dopełnić w sposób następujący. Zagony rozorują się na płask najlepiej o ile możności przed zimą. Na wiosnę silnie uprawia się w poprzek drapaczami lub kultywatorami, aby nagarnąć jeszcze ziemi we wgłębienia pozostałe po starych bruzdach. Po owsie pole się nawozi w roku następnym i orze z nawozem w kierunku nowym, naturalnie w zagony lub składy. Uprawa powinna być płytka, a zagony mało wysadzone (wypukłe). Lepiej jest zasiać pszenicę niż żyto, bo to ostatnie więcej czułe na surową zlewną ziemię. Przy zmianie bowiem kierunku orki, zawsze się wydobędzie część surowej ziemi z podglebia. Po pszenicy najlepiej uprawiać okopowe, jeżeli można kartofle, przez to ziemia jeszcze się lepiej wyrówna na powierzchni i wymiesza. Łatwiej jest wykonać przejście z uprawy w zagony lub składy, do uprawy płaskiej. Przedewszystkiem jednak należy dobrze rozważyć okoliczności powyżej omówione, głównie ilość

nawozu i stopień wilgotności pól, zanim do zmiany przystąpimy. Zmianę taką najlepiej zrobić na mniejszej przestrzeni, a z niej wnioskować o rezultatach. Orka na płask wprowadza się przed posiewem owsa, w roku następnym powinien przyjść nawóz i pszenica, potem o ile możności kartofle. Jeżeli zagony były mocno wypukłe, to należy zmienić je najpierw na składy, a z tych dopiero przechodzić w płaską uprawę.

Rolnik każdy dążyć powinien do uprawy płaskiej; tyle ona korzyści i ułatwień w robocie przedstawia, zachować jednak musi wszelkie środki ostrożności, ażeby zamiast spodziewanego zysku na straty się nie narazić.

Dodać tu jeszcze muszę, że tam, gdzie spadki są mocne, a niema nadmiaru wilgoci ziemi i zagony lub składy z innych powodów (słabej kultury) są stosowane, natenczas kierunek orki nie powinien być podług najsilniejszego spadku. W takim bowiem razie, woda zbyt szybkoby spływała, osuszając zbytecznie rolę i mogłaby nawet ze sobą ziemię unosić. Z tego powodu mogłoby się nawet okazać korzystnem na ziemiach suchych z mocnymi spadkami oranie podług linii niwelacyjnych, więc z poziomemi bruzdami, któreby przytrzymując wodę — dopomagały do lepszego zawilżenia roli. Wspomnę tu, że poziome rowki w górzystych okolicach, przytrzymujące wodę, które dla leśnictwa oddały w wielu razach znaczne usługi.

KONIEC TOMU PIERWSZEGO.

OBJAŚNIENIE MAPY.

Kolory: biały, żółty i zielony oznaczają odpowiednie typy gleb dyluwialnych. — Kolor oliwkowy oznacza wogóle skały starsze rejonu górskiego Królestwa Polskiego — nie przesądzając o naturze gleby, która może być naniesioną: tylko w miejscach oznaczonych napisem «Typ V», gleba jest rędziną powstałą z rozwietrzenia skał kredowych.

(Przyp wyd.).



SZKIC MAPY

PRZEDSTAWIAJĄCY TYPY GRUNTÓW W KRÓLESTWIE POLSKIEM I ODPOWIEDNIE ICH ROZMIESZCZENIE.

SPIS RZECZY.

Urywki z wykładów o mechanicznej uprawie roli.

Biblioteka
Główna
1097741-
Biblioteka
Główna
UMK Toruń
-1097742
Biblioteka Główna UMK
300046205911